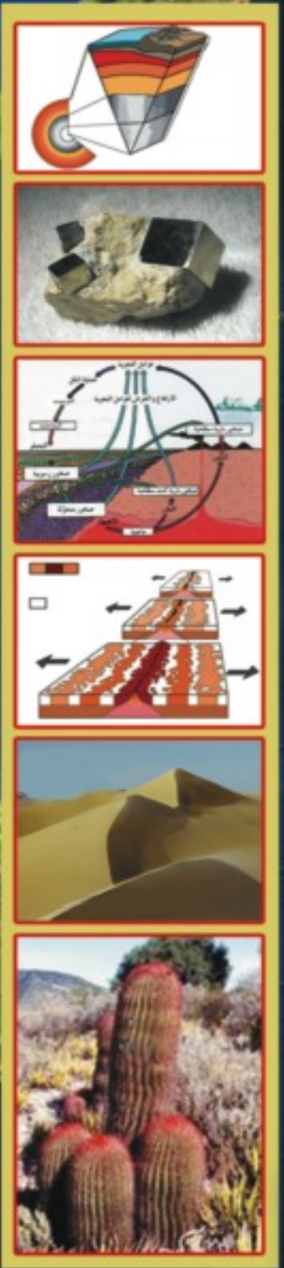
جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الچيولوچيا وعلوم البيئة

للثانوية العامة



٢٠١٥ - ٢٠١٦

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج وزارة التربية والتعليم

"ينبغى أن تكثر اتهامك لنفسك ولا تحسن الظن بها وتعرض خواطرك على العلماء وعلى تصانيفهم وتتثبت ولاتتعجل؛ فالعالم الحق من يضع لبنة فى بناء العلم العظيم".

موفق الدين البغدادى

"كفى بالعلم شرفًا أن كلاً يدعيه، وكفى بالجهل ضيعة أن الكل يتبرأ منه. والإنسان إنسان بالخلقة إذا لم يعلم. فإذا علم كان إنسانًا بالفعل، والإنسان يحترم الإنسان بقدر ما يملكه من معرفة وعلم. وتزداد قيمته إذا مارس مهنة التعليم والتأليف".

داود الإنطاكى

"وأما ما يجب للأستاذ على التلميذ فهو أن يكون التلميذ لينًا متقبلاً لجميع أقواله من جميع جوانبها. لايعترض فى أمر من الأمور فإن ذخائر الأستاذ العلم ولايظهرها للتلميذ إلا عند السكون إليه.
ولست أريد بطاعة التلميذ للأستاذ أن تكون طاعته فى شئون الحياة الجارية، بل أريدها طاعة فى قبول تعلم الدرس وترك الأشغال وعلى الأستاذ أن يمتحن توجيه المتعلم ومقدار ما فيه من القبول والإصغاء وقدرته على القبول وممارسته . وكلما احتمل الزيادة زاده. ومع امتحانه فيما كان مقررًا تعلمه".

جابر بن حيان

"التلقين شر طرائق التعليم وخير طرائق التعليم أن أحرك تفكير تلميذى فى قضية ما وأترك له حرية السؤال .. وأجهد فكره ليصل بنفسه إلى الجواب ومع كل جواب أوافقه على جوابه أو أعترض عليه إلى أن أميل به إلى الجواب المنشود بالعقل والمنطق وبالوقائع وبالحجة والبرهان".

أبو يوسف يعقوب بن إسحق الكندى

"حياة قصيرة غنية بالعلم والمسرة والعمل خير عندى من حياة طويلة خاوية من هذه المتع الثلاث ينحنى فى خاتمتها الظهر ويسير صاحبها على ثلاث. ولاينبغى لعالم أن يبقى شيئًا من العلم فى نفسه ولايدونه فى كتاب قبل أن يلقى وجه ربه".

أبو على الحسين بن سينا

"اللهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك".

غياث الدين أبو الفتح عمر الخيام

مطابع هاى ستاندرد

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الچيولوچيا والعلوم البيئية

للثانوية العامة

تأليف

أ.د عبدالله محمد إبراهيم
أ.د محمد جابر بركات
أ.د عدلى كامل فرج
أ.د جورج فيليب
أ. عبد المنعم الطناني

لجنة التعديل والتطوير

أ.د. على السيد عباس
كلية هندسة البترول والتعدين
أ. عصام الدين أمين زكى
مكتب مستشار العلوم
أ. عادل السيد إبراهيم
معلم خبير الجيولوجيا
أ. هشام عبد الحكيم كامل درويش
معلم خبير الجيولوجيا

إشراف علمى مستشار العلوم
الهام أحمد ابراهيم
الإشراف التربوى والمراجعة والتعديل
مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية

وزارة التربية و التعليم حقوق الطبع محفوظة للوزارة

طبعة ٢٠١٥ - ٢٠١٦

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

فى إطار تطوير التعليم لمواكبة المتغيرات العالمية والمحلية واستكمالا للجهود الحثيثة التى تقوم بها وزارة التربية والتعليم للارتقاء بمستوى محتويات المناهج الدراسية وربطها بالمجتمع والبيئة فقد كلف الأستاذ الدكتور وزير التربية والتعليم نخبة من أساتذة الجامعات المتخصصين بالتعاون والتنسيق مع المسئولين من الوزارة لإعادة تقييم ومراجعة المحتوى العلمى لمادة الجيولوجيا وعلوم البيئة فى المرحلة الثانوية فى ضوء المعايير القومية التى أعدتها الوزارة . ولقد قامت اللجنة المكلفة بإجراء التعديلات والإضافات اللازمة التى أدت إلى :

(١) التخلص من التكرار والحشو غير المبرر واستبعاد الأجزاء التى سبق للطالب دراستها فى مراحل سابقة والتركيز على المفاهيم الرئيسية الهامة .
(٢) إعادة صياغة بعض أجزاء الكتاب بطريقة منطقية متسلسلة ومنظمة.
(٣) إضافة بعض المفاهيم والتطبيقات لمواكبة الاتجاهات العلمية الحديثة.
(٤) ربط موضوعات الدراسة بالحياة اليومية وتأثيراتها البيئية وتطبيقاتها الصناعية.
(٥) إدخال بعض الموضوعات التى تتيح للطالب معرفة الظواهر المختلفة المؤثرة على شكل سطح الأرض مثل الزلازل والبراكين.
(٦) إعداد بعض الأشكال التوضيحية وتوظيفها لخدمة المفاهيم العلمية.
(٧) تحديد الأهداف المرجوة من دراسة كل فصل من فصول الكتاب وضعت فى مقدمته لتعطى مؤشرا للطالب والمعلم على مدى ما حققه.
(٨) تنوع التقييم ليتضمن قياس للمستويات المختلفة من التعليم والقدرات المتنوعة من الفهم والتحليل والتركيب .

والكتاب فى صورته الحالية ينقسم إلى جزئين الأول فى الجيولوجيا ويحتوى على خمسة أبواب تتيح للطالب معرفة مفهوم علم الجيولوجيا وفروعها ودراسة في علوم المعادن والصخور وحركة القارات والعمليات المختلفة التى تحدث فى الغلافين المائى والهوائى. والجزء الثانى فى العلوم البيئية ويحتوى علي بابين يتناول الأول المفاهيم البيئية والثانى استنزاف الموارد البيئية و قد قام المركز الاستكشافى للعلوم بعمل التصميمات والإخراج الفنى لهذا الكتاب طبقا لأحدث المواصفات العالمية للكتب الدراسية المطورة، مع مراعاة أن يكون عدد أسطر الصفحة الواحدة مناسباً لإراحة العين، مع الإكثار من الصور المعبرة عن المادة العلمية، واستخدام كود ألوان لتحديد المفاهيم الهامة والتطبيقات المختلفة والأمثلة المحلولة، والاهتمام بتصميم الغلاف كعامل جاذب للطالب.

نتمنى أن يكون هذا الكتاب فى صورته الجديدة مصدرا مفيداً للعلم والمعرفة فى مجال الجيولوجيا وعلوم البيئة على مستوى الثانوية العامة وأن يحقق الغاية المرجوة وأن يكون خير معين لطلابنا الذين نتمنى لهم النجاح والتوفيق .

لجنه التطوير

محتويات الكتاب

الجزء الأول - الچيولوچيا

		الصفحة
الباب الأول	علم الچيولوچيا ومادة الأرض	(٢)
الباب الثانى	المعادن	(١٥)
الباب الثالث	الصخور	(٢٧)
الباب الرابع	سلاسل الجبال وحركة القارات	(٤٣)
الباب الخامس	التوازن في الحركة بين اليابس والهواء والماء	(٦١)

الجزء الثانى - العلوم البيئية

الباب الأول	مفاهيم بيئية	(٢)
الباب الثانى	استنزاف الموارد البيئية	(٢٣)

الجزء الأول

الچيولوچيا

الباب الأول : علم الچيولوچيا و مادة الأرض

الأهـداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذا الباب يصبح الطالب قادرًا على أن:

١ - يكتب تعريف محدد واضح لعلم الأرض (الچيولوچيا).

٢ - يذكر أفرع علم الأرض.

٣- يذكر علاقة الچيولوجيا بالعلوم الآخرى.

٤ - يقارن بين المكونات المختلفة لكوكب الأرض.

٥ - يذكر أهم مكونات الغلاف الجوى.

٦ - يقارن بين التراكيب الجيولوجية التكتونية والتراكيب الچيولوچية الأولية.

٧- يتعرف على الأنواع المختلفة للطيات والفوالق.

٨ - يرسم تخطيط لأنواع الطيات والفوالق المختلفة ؛ موضحًا عليهم المصطلحات المستخدمة فى وصفهما.

٩ - يقارن بين الفوالق المختلفة.

١٠ - يتعرف ميدانيًا بعض التراكيب الچيولوچية الموجودة فى الطبيعة ، أو فى البيئة القريبة من مدرسته.

١١ - يقارن بين الفواصل والفوالق مع ذكر أهمية كل منهما.

١٢ - يتعرف على عدم التوافق.

١٣- يقارن بين الأنواع المختلفة لعدم التوافق

علم الچيولوچيا و مادة الأرض

إذا تأملنا فى حياتنا الآن نستطيع أن نقول ماذا فى عالمنا ليس جيولوجيا ؟ وقبل أن نجيب على هذا السؤال يجب علينا أولاً أن نعرف ما الجيولوجيا ؟ وما الظواهر الطبيعية التى تفسرها وما الأفرع المختلفة لها ؟ وأخيراً ما علاقتها بالعلوم المختلفة ؟ **الجيولوجيا** : كلمة من مقطعين هما Geo ويعنى الأرض وLogus ومعناه علم أى أنها تعنى علم الأرض وهو العلم الذى يتناول كل ما له علاقة بالأرض ومكوناتها وحركاتها وتاريخها وظواهرها وثرواتها.

الظواهر الطبيعية التى يفسرها : أن سطح الأرض المكون من قارات ومحيطات وبحار ، تختلف القارات فى تضاريسها من مكان لآخر ففى بعض الأماكن نجد سلاسل جبال لها امتداد خاص وأماكن أخرى نجد فيها السهول والوديان. كذلك البحار فبعضها ضحل نسبيًا والآخر عميق حيث يصل العمق أحيانا إلى ١١,٠٠٠ متر. كما نلاحظ أيضا حدوث براكين فى نطاقات معينة بعضها يخمد لفترة ثم يبدأ نشاطه فجأة ، ويخرج الصهير منها أو صوت زلازل تدمر قرى ومدن بأكملها ، كما أن استخراج المعادن والخامات الاقتصادية والبترول والمياه الجوفية بالقرب من سطح الأرض أو فى الأعماق ظاهرة معروفة ومستغلة منذ أمد بعيد.

ويتفرع علم الچيولوچيا إلى عدة أفرع كل منها يبحث فى ناحية معينة ، كما يلى :

- **الچيولوچيا الطبيعية Physical Geology**: يختص أساسًا بدراسة العوامل الخارجية والداخلية وتأثير كل منهما على صخور هذا الكوكب.
- **علم المعادن والبلورات Mineralogy and Crystallography** : الذى يبحث فى دراسة أشكال المعادن وخصائصها الفيزيائية والكيميائية وصور أنظمتها البلورية.
- **الجيولوجيا الاقتصادية Economic Geology**: فهى تهتم بدراسة الخامات المعدنية ذات القيمة الاقتصادية
- **جيولوجيا التعدين Mining Geology** : يهتم بدراسة الجوانب الجيولوجية للمناجم وكيفية استخراج الخامات المعدنية المختلفة منها
- **علم تضاريس الأرض Geomorphology**: الذى يبحث فى شكل الأرض ومعالمها الطوبوغرافية المختلفة
- **چيولوچيا المياه الأرضية (الجوفية) Hydrogeology** : فرع يبحث عن كل ما يتعلق بالمياه الأرضية والكيفية التى يتم بها استخراج هذه المياه للاستفادة منها فى الزراعة و استصلاح الأراضى
- **الجيولوجيا التركيبية Structural Geology** : تختص بدراسة التراكيب والبنيات المختلفة التى تتواجد عليها الصخور الناتجة من تأثير كل من القوى الخارجية والداخلية التى تعمل باستمرار وبدرجات قوة متباينة على الأرض.
- **علم الطبقات Stratigraphy** : يختص بدراسة القوانين و الظروف المختلفة المتحكمة فى تكوين

الطبقات الصخرية و أماكن ترسيبها بعد تفتيتها و نقلها بواسطة عوامل طبيعية مختلفة

• **علم الترسيب Sedimentology** : يختص بكل العمليات التى تتعلق بالترسيب وظروفها المختلفة.

• **علم الأحافير القديمة paleontology** : ويختص بدراسة بقايا الكائنات الفقارية واللافقارية والنباتية التى تتواجد فى الصخور الرسوبية ومنها نستطيع أن نحدد العمر الچيولوچى لهذه الصخور وظروف البيئة التى تكونت فيها.

• **الجيوكيمياء Geochemistry** : تختص بدراسة الجانب الكيميائى للمعادن والصخور وتوزيع العناصر فى القشرة الأرضية وتحديد نوع ونسبة الخامات المعدنية فى القشرة الأرضية

• **الجيولوجيا الهندسية Engineering Geology** : يختص بدراسة الخواص الميكانيكية والهندسية للصخور بهدف إقامة المنشآت الهندسية المختلفة مثل السدود والأنفاق والكبارى العملاقة وناطحات السحاب والأبراج

• **چيولوچيا البترول Petroleum Geology** : يختص بكل العمليات التى تتعلق بنشأة البترول أو الغاز وهجرته وتخزينه فى الصخور

• **وعلم الجيوفيزياء Geophysics** : الذى يبحث عن أماكن تواجد الثروات البترولية والخامات المعدنية وكل ما هو تحت سطح الأرض بعد الكشف عنها بالأجهزة الكاشفة الحساسة.

ومن دراسة الأفرع المختلفة لعلم الجيولوجيا نجد هناك ارتباط وثيق بينها وبين العديد من العلوم الأخرى مثل الأحياء والكيمياء والفيزياء والجغرافيا والفلك وكذلك يرتبط بالعلوم الهندسية

أهمية الجيولوجيا فى حياتنا : إن التطور الصناعى والاقتصادى قائم على الجيولوجيا حيث نعتمد على ما يتم استخراجه من ثروات من باطن الأرض واستغلال هذه الثروات ومن أهم فوائد علم الأرض :

١- التنقيب عن الخامات المعدنية كالذهب والحديد والفضة وغيرها

٢- الكشف عن مصادر الطاقة المختلفة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى والمعادن المشعة

٣- البحث عن مواد البناء المختلفة مثل الحجر الجيرى والطفل والرخام والجبس وغيرها.

٤- تساعد فى تخطيط المشاريع العمرانية كبناء مدن جديدة وسدود وأنفاق وشق طرق آمنة من الأخطار والكوارث

٥- البحث عن المواد الأولية المستخدمة فى الصناعات الكيميائية كالصوديوم والكبريت والكلور لتصنيع أسمدة ومبيدات حشرية وأدوية

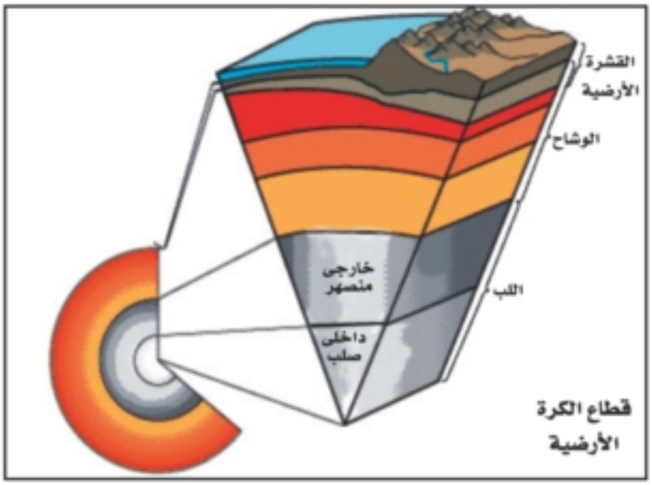
٦- الكشف عن مصادر المياه الأرضية نعتمد عليها فى استصلاح الأراضى كما تسهم فى انجاح العمليات العسكرية

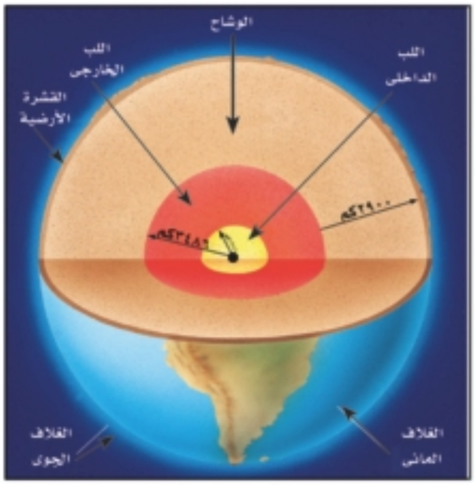
مكونات كوكب الأرض

لكوكب الأرض ستة مكونات رئيسية هى:

١- القشرة الأرضية Crust:

غلاف رقيق السمك حيث يتراوح سمك صخوره ما بين ٨ الى ١٢ كيلومتر تحت البحار المفتوحة والمحيطات وتتكون من صخور البازلت والتى تسمى السيما (سيلكون وماغنسيوم) وحوالى ٦٠ كيلومتر فى القارات وتتكون من صخور الجرانيت والتى تسمى السيال (سيلكون وألمنيوم) وصخور القشرة الأرضية نارية ورسوبية ومتحولة ورغم اختلاف الكثافة بين صخور القشرتين إلا أنها فى حالة من التوازن الدائم.





قطاع الكرة الأرضية والأغلفة المختلفة

٢- الوشاح Mantle :

يكون أكثر من ٨٠ ٪ من حجم صخور الأرض ويمتد من أسفل القشرة ليصل إلى حوالى ٢٩٠٠ كيلومتر ويتكون من بعض أكاسيد الحديد والماغنسيوم والسليكون فى صورة صخور صلبة ما عدا الجزء العلوى منه (Asthenoophere) بسمك يصل الى حوالى ٣٥٠ كيلومترا فهو يتكون من صخور لدنه مائعة تتصرف تصرف السوائل تحت ظروف خاصة من الضغط ودرجة الحرارة وتسمح لانتشار دوامات تيارات الحمل فيها والتى تساعد على حركة القارات فوقها.

٣- النواة أو اللب Core :

يبلغ نصف قطره حوالى ٣٤٨٦ كيلومتر أى ما يوازى سدس حجم الأرض ولكونه

يتكون من مواد عالية الكثافة فهو يمثل ثلث كتلتها وعنده يكون الضغط كبير جدا إذ يصل إلى الملايين من الضغط الجوى كما تصل عنده درجة الحرارة لأكثر من ٥٠٠٠ درجة مئوية.

ولقد أثبتت النتائج التى حصل عليها العلماء من تحليلهم للموجات التى تنتشر فى جوف الأرض عند حدوث الزلازل أن النواة أو اللب يمكن تقسيمه إلى:

- لب خارجى Outer Core بسمك يساوى تقريبا ٢١٠٠ كيلومتر ويتألف من مصهور الحديد والنيكل ويقع تحت ضغط يوازى ٣ مليون ضغط جوى وكثافة تصل إلى حوالى ١٠ جم / سم٣
- لب مركزى أو داخلى Inner Core يتكون من صخور صلبة عالية الكثافة تبلغ حوالى ١٤ جم / سم٣ وبسمك يصل إلى حوالى ١٣٨٦ كيلومتر.

وبذلك تمكن العلماء من تفسير أصل المجال المغناطيسى للأرض بسبب وجود لب خارجى من مواد مصهورة تدور حول لب داخلى صخرى صلب.

٤ - الغلاف الجوى:

ومن المعتقد أيضا أنه حدث أثناء تكون بنية كوكب الأرض إذ استطاعت بعضاً من العناصر والمركبات الكيميائية التى كانت تصاحب كتلة المواد المنصهرة أن تظل منفردة فى حالتها الغازية لتكون وعلى مر السنين ذلك الغلاف الجوى الذى يحيط بنا نحن سكان هذه الأرض إحاطة كاملة.فهو يرتفع عن سطح اليابسة مخترقا الفضاء الكونى الى مسافة أكثرمن ١٠٠٠ كيلو مترا. وتقل كثافته كما ينخفض الضغط الجوى إلى نصف قيمته لكل ارتفاع قدره ٥,٥ كيلو متر حتى ينعدم تقريبا فى الطبقات العليا من الغلاف. كما أن أساس تركيب الغلاف الجوى حالياً هو غازى النيتروجين الذى يكون ٧٨ ٪ من حجم الهواء والأكسجين الذى يكون ٢١ ٪ من حجمه تقريبا كما يشتمل على غازات أخرى بكمية ضئيلة تكاد لا تتعدى فى مجموعها ١٪ أهمها الهيدروجين والهليوم والأرجون والكريتون والزينون مع كميات متغيرة من بخار الماء وثانى أكسيد الكربون والأوزون ويلاحظ أن نسبة الأكسجين تقل كلما ارتفعنا عن سطح البحر. لذلك يحدث للإنسان اختناق عند الارتفاعات الشاهقة.

٥- الغلاف المائى:

بعد وأثناء تكون كل من اليابسة والغلاف الهوائى أخذت كميات هائلة من بخار الماء الموجودة أصلا نتيجة الثورات البركانية القديمة فى التكثف الشديد محدثة أمطارا غزيرة أخذت تنهمر على اليابسة لتملأ الفجوات والثغرات والأحواض الضخمة التى كانت قد تشكلت على سطحها أثناء تصلبها وتحجرها ، مكونة الغلاف المائى الذى يتمثل حاليا فى مياه أحواض البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات التى تغطى حوالى ٧٢ ٪ من جملة مساحة سطح الارض بالإضافة الى المياه الارضية التى تملأ الفجوات البينية فى التربة والصخور الموجودة بباطن الأرض.

والغلاف المائى يحيط بالكرة الأرضية من جميع جهاتها مكونا ما يعرف بمستوى سطح البحر المتعارف عليه دوليا والذى تنسب إليه ارتفاعات الظواهر الطوبوغرافية المختلفة كالجبال والسهول والهضاب والوديان وغيرها من هذه الظواهر التى تتشكل منها صخور القشرة الأرضية.

٦ - الغلاف الحيوى:

وسوف يتم دراسته بالتفصيل فى الجزء الثانى.

التراكيب الجيولوجية

إن صخور القشرة الأرضية خاصة الرسوبية منها لا يبقى على الحالة التى نشأت عليها عند تكونها. و لكنها تتعرض دائما ومن وقت لآخر لقوى داخلية وخارجية من نوع ما تجعلها تتخذ أوضاعا وأشكالا جديدة. وهذه الاشكال تسمى بالتراكيب الجيولوجية :-

التشققات الطينية

وللتراكيب الجيولوجية أنواع منها:

١- التراكيب الجيولوجية الأولية Primary Structures:

وهى الأشكال التى تتخلف بالصخور تحت تأثير عوامل مناخية وبيئية خاصة مثل الجفاف والحرارة وتأثير الرياح والتيارات المائية وغيرها وبدون أى تدخل يذكر من جانب القوى التكتونية والحركات الأرضية.

التطبق المتقاطع

طية محدبة

علامات النيم

ومثال ذلك نراه فى تراكيب التطبق المتقاطع Cross-bedding وعلامات النيم Ripple Marks والتدرج الطبقى Grade bedding والتشققات الطينية Mud Cracks وغيرها من التراكيب التى تعتبر فى الحقيقة من أهم التراكيب الجيولوجية الأولية وأكثرها انتشاراً فى صخور القشرة الأرضية وخاصة الرسوبية منها.

٢- **التراكيب الجيولوجية الثانوية Secondary Structures :** والتى يسميها البعض تراكيب جيولوجية تكتونية نظراً لكونها بنيات تكونت بفعل القوى المنبعثة من باطن الأرض وهى التشققات والتصدعات الضخمة والإلتواءات العنيفة التى كثيرا ما نراها تشوه صخور القشرة الأرضية أثناء قيامنا برحلاتنا الجيولوجية للمناطق الجبلية والصحراوية . تلك القوى الداخلية التى يتعرض لها كوكبنا (الأرض) ويتسبب عنها حدوث الزلازل وهياج البحار والمحيطات وتقدم مياهها أو انحسارها عن اليابسة وزحزحة القارات وحركتها حول بعضها البعض.

وسوف نتناول فى الصفحات التالية دراسة التراكيب التكوينة بالتفصيل نظرا لأهميتها الاقتصادية.

٣- **تراكيب التبلور:** والتحول وهذه تنفرد بها نوعية معينة من الصخور وهذه التراكيب قد تكون تكتونية الأصل أو أولية أو تداخل بين الاثنين معا وهذه تنحصر فى ترتيب المعادن فى الصخر بخصائص وأشكال معينة وفى اتجاهات محددة أثناء إعادة تبلر الصخر وتحوله.

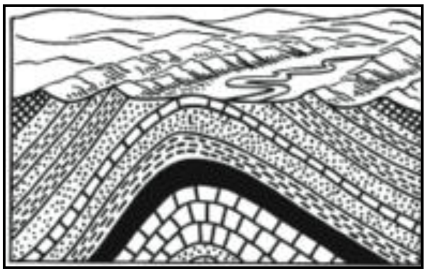
أنواع التراكيب التكتونية

أولا : الطيات أو الثنيات Folds

تعتبر الطيات من أهم أنواع التراكيب الجيولوجية تكتونية الأصل وهى تتواجد بصورة أكثر وضوحاً فى الصخور الرسوبية التى تظهر على شكل طبقات تختلف فى سمكها وامتدادها فى الطبيعة من مكان لآخر وتعرف الطية بأنها انثناء أو تجعد يحدث لصخور القشرة الأرضية وقد تكون بسيطة أى ثنية واحدة أو غالبا ما تكون مكونة من عدة ثنيات متصلة وهى تنشأ غالبا نتيجة تعرض سطح القشرة الأرضية لقوى ضغط ، وللطيات أهمية جيولوجية واقتصادية كبيرة تتمثل فى :-

الطيات

١- تشكل المكامن أو المصايد التى يتجمع فيها زيت البترول الخام والخامات المعدنية والمياه الجوفية.



طية محدبة

٢- تحديد العلاقة الزمنية (من حيث الأقدم والأحدث) بين الصخور.

٣- يستدل منها على أحداث جيولوجية.

لذلك يجب علينا أن نذكرها بشئ من التفصيل.

رغم أن هذه الطيات لها أشكال عديدة إلا أن أكثرها انتشارا فى صخور القشرة الأرضية هى الطيات المحدبة والمقعرة وهى جميعا تشترك فى خصائص جيولوجية واحدة أهمها ما يلى:

(أ) تشغل مساحات متباينة من القشرة الأرضية تتراوح بين بضعة أمتار وعشرات من الكيلومترات المربعة فى المنطقة الواحدة

(ب) قلما أن تجد طية واحدة منفردة فى الطبيعة ولكن غالبا ما تجد عدة طيات متصلة معا.

(جـ) نادراً ما تتواجد الطيات أو تستمر فى الطبيعة فى نظم وأشكال ثابتة وذلك لأن الطيات غالباً ما تعانى من تكرار الطى فنجد أن الغالبية العظمى منها قد تعقد شكلها بالكسور والتشققات .

عناصر الطية : توصف الطيات على اختلاف أحجامها وأنواعها بعدة عناصر تركيبية أساسية منها :

١- **المستوى المحورى :** ويعرف المستوى المحورى للطية بأنه ذلك المستوى الوهمى الذى يقسم الطية بكل طبقاتها المختلفة إلى نصفين متماثلين ومتشابهين تماماً من جميع الوجوه.

٢- **جناحى الطية :** أما جناحى الطية فيتمثل أساساً فى كل من كتلتى الصخور الموجودتين على جانبى المستوى المحورى للطية.

٣- **محور الطية :** يعرف محور الطية بأنه الخط الوهمى الذى ينتج عند تقاطع المستوى المحورى للطية مع أى سطح من أسطح طبقاتها المختلفة. وحيث أن الطية تحتوى عادة على أكثر من طبقة مطوية واحدة لكل منها محورها الخاص بها فإن المستوى المحورى للطية لابد وأن يكون شاملاً لهذه المحاور جميعها.

مطابع هاى ستاندرد

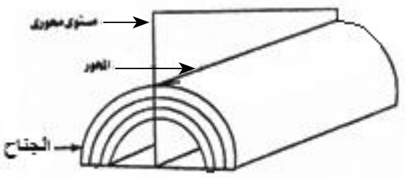
تصنيف الطيات ويتم على الأسس الآتية:

أ – المظهر الذى تنكشف عليه الطيات فى الحقل .

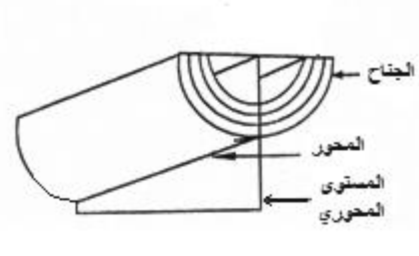
ب – الأوضاع التى تتخذها العناصر التركيبية للطية فى الطبيعة.

جـ – نوعية وطبيعة القوى التكتونية التى أثرت على الصخور أثناء عملية الطى الميكانيكية.

وأكثر أنواع الطيات شيوعاً هى : **الطيات المحدبة** والتى تتميز بأن طبقاتها منحنية لأعلى وأقدم طبقاتها توجد فى المركز **والطيات المقعرة** والتى تتميز بأن طبقاتها منحنية لأسفل وأحدث طبقاتها توجد فى المركز.



مكونات الطية المحدبة



مكونات الطية المقعرة

ثانيا: الفوالق Faults

الفوالق واحدة من أهم التراكيب التكتونية الأصل وتعرف بأنها كسور وتشققات فى الكتل الصخرية التى يصاحبها حركة نسبية للصخور المتهشمة على جانبى مستوى الكسر.

عناصر الفالق :

وللفوالق كما للطيات عناصرها التركيبية أهمها :

١- **مستوى الفالق** : هو المستوى الذى تتحرك على جانبيه الكتل الصخرية المتهشمة بحركة نسبية ينتج عنها إزاحة.

٢- **صخور الحائط العلوى** : وهى كتلة الصخور الموجودة أعلى مستوى الفالق (Hanging Wall).

الفوالق فى الطبيعة

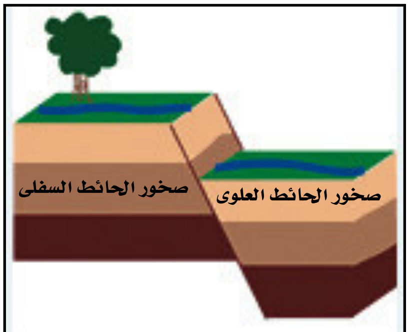
٣- **صخور الحائط السفلى** : وهى كتلة الصخور الموجودة أسفل مستوى الفالق (Foot Wall).

تحديد نوع الفالق :

ولمعرفة نوعية الفالق سواء كان فالقا عاديا أو فالقا معكوسا فإنه يجب أولا أن نحدد الاتجاه الذى تحركت فيه مجموعة من الصخور الموجودة على أحد جانبى مستوى الفالق بالنسبة لاتجاه حركة نفس هذه المجموعة الصخرية على الجانب الآخر.

وعلى هذا الأساس يمكن تصنيف الفوالق كما يلى :

(أ) الفالق العادى (Normal Fault) : هو الكسر الناتج عن الشد والذى تتحرك على مستواه صخور الحائط العلوى إلى أسفل بالنسبة لصخور الحائط السفلى.

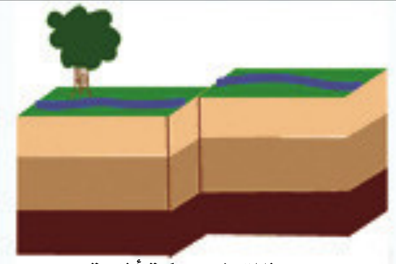


الفالق العادى

(ب) الفالق المعكوس (Reverse Fault) : هو الكسر الذى ينشأ من الضغط ويظهر فيه تحرك واضح لصخور الحائط العلوى إلى أعلى بالنسبة لصخور الحائط السفلى

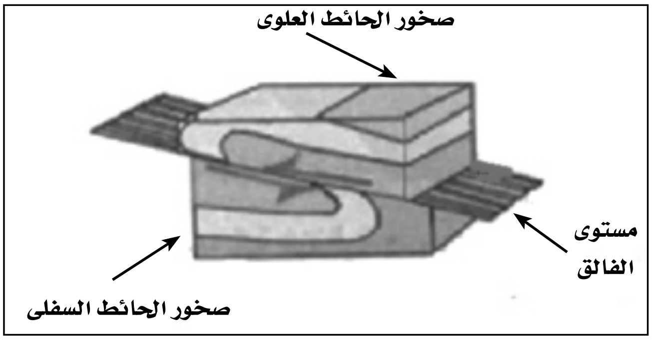
الفالق المعكوس

(جـ) فالق الدسر (Thrust Fault) : وهو أحد أنواع الفوالق المعكوسة وتتميز عن الفالق المعكوس بأن مستوى الفالق أفقيا تقريبا (أى قليل الميل) ولذلك قد يسميه البعض فالق زحفى لأن صخوره المهشمة تزحف أفقيا تقريبا بمسافة ما على مستوى الفالق .


فالق ذو حركة أفقية

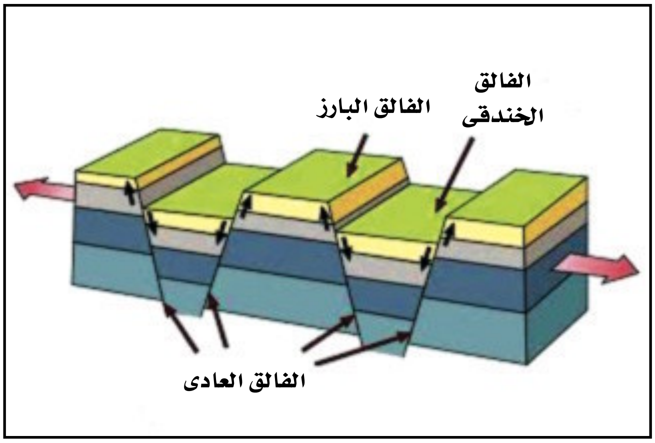
(د) فالق ذو حركة أفقية (Strike-slip Fault) : تتحرك صخوره المهشمة حركة أفقية فى نفس المستوى دون وجود إزاحة رأسية.

(هـ) فالق بارز(ساتر) (Horst Faults) : ويحدث عندما تتأثر الصخور بفالقين عاديين يتحدان معا فى صخور الحائط السفلى.



الفالق الدسر

(و) فالق خندقى أو خسفى (Graben Faults): يحدث عندما تتأثر الصخور بفالقين عاديين يتحدان فى صخور الحائط العلوى.



أهمية الفوالق :

١- تعتبر الفوالق مصايد للبترول والمعادن ذات القيمة الاقتصادية مثل المنجنيز والنحاس وخامات القصدير

٢- تصاعد مياه ونافورات ساخنة على الفالق كما فى منطقة عيون حلوان والعين السخنة على الساحل الغربى لخليج السويس وحمام فرعون على الساحل الشرقى لخليج السويس تستخدم للسياحة والعلاج .

٣- ترسيب معادن الكالسيت نتيجة صعود مياه معدنية فى الشقوق على طول مستوى الفالق.

الظواهر التى تصاحب الفوالق والتى يمكن من خلالها تحديد مواقع الفوالق :

١ - انصقال جوانب الفالق مع وجود خطوط موازية لحركة الصخور على مستوى جانبى الفالق

٢ - وجود بريشيا الفوالق وهى فتات من الصخور المهشمة ذات أشكال خاصة وذات زوايا حادة هذا بالإضافة للظواهر الأخرى مثل تصاعد نافورات المياه وترسيب المعادن على طول مستوى الفالق.

ويلاحظ : أن تراكيب الطيات والفوالق تظهر فى الصخور النارية والمتحولة ولكن بصورة أقل وضوحاً من ظهورها من الصخور الرسوبية وذلك الصخور الرسوبية ذات طابع طباقى التكوين نتيجة اختلاف الصخور الرسوبية عن بعضها البعض من حيث السمك، اللون، التركيب المعدنى والكيميائى، المادة اللاحمة، النسيج والمحتوى الحفرى.

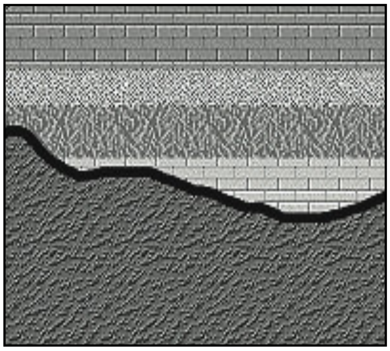
ثالثاً : الفواصل Joints

تراكيب جيولوجية تكتونية الأصل وهى عبارة عن كسور متواجدة فى الصخور المختلفة النارية والرسوبية والمتحولة ولكن بدون اية إزاحة ولقد وجد أن المسافة بين كل فاصل وأخر تختلف من عدة سنتيمترات إلى عشرات الأمتار ويعتمد ذلك على نوع الصخر وسمك الصخر وطريقة استجابته للقوى المؤثرة عليه .

ويجدر الإشارة هنا الى أن قدماء المصريين استفادوا من وجود هذه الفواصل فى الصخور فى بناء معابدهم ومقابرهم وكذلك فى عمل المسلات .

تراكيب عدم التوافق " Unconformity "

سطح عدم التوافق هو سطح تعرية أو سطح عدم ترسيب واضح ومميز يفصل ما بين مجموعتين صخريتين ويدل على غياب الترسيب لفترات زمنية تصل إلى عشرات الملايين من السنين . ويستدل عليها بعدة شواهد :



عدم التوافق المتباين

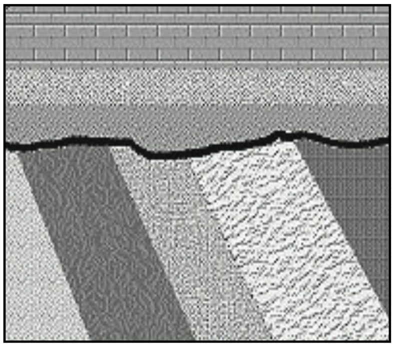
الشواهد التى تدل على وجود عدم التوافق

١- وجود طبقة من الحصى المستدير (الكونجلوميرات) تقع تحت سطح عدم التوافق مباشرة

٢- تغير مفاجئ فى تتابع المحتوى الحفري بين الطبقات

٣- اختلاف ميل الطبقات على جانبى سطح عدم التوافق

٤- وجود تراكيب جيولوجية أو العروق فى إحدى الطبقات وعدم وجودها فى الطبقات الأخرى

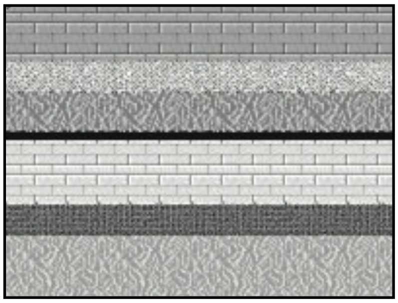


عدم التوافق الزاوى

أنواع عدم التوافق

عدم التوافق المتباين (Nonconformity)

ويتكون هذا النوع بين الصخور الرسوبية والصخور النارية أو المتحولة من جهة أخرى وتكون الصخور الرسوبية هى الأحدث.



عدم التوافق الانقطاعى

عدم التوافق الزاوى (Angular unconformity)

فى هذا النوع تكون مجموعة الطبقات الأقدم مائلة أما مجموعة الطبقات الأحدث فهى افقية أو تكون المجموعتان مائلتين فى اتجاهين مختلفين

عدم التوافق الانقطاعى (Disconformity)

وفيه يكون عدم التوافق بين مجموعتان من الصخور الرسوبية فى وضع افقى تقريباً تحدث بسبب التعرية أو انقطاع الترسيب ويصعب على الجيولوجى تحديد سطح عدم التوافق ويمكن تمييز الطبقات من خلال المحتوى الحفرى لها.

أسئلة

١– ماذا يقصد بعلم الجيولوجيا ؟

٢ – ما الفرق بين علم جيولوجيا التعدين والجيولوجيا الاقتصادية ؟

٣– ما أهم مكونات أغلفة كوكب الأرض ؟

٤– ماذا يقصد بعملية الطى وما هى الأنواع الناتجة عن هذه العمليات ؟

٥– ما هى خصائص الفالق العادى والفالق المعكوس ؟

٦– قل ما تعرفه عن السواتر (الفوالق البارزة) – الفوالق الخسفية – الفالق ذو الحركة الأفقية

٧ – علل :

أ – وجد العلماء الإجابة المعقولة عن أصل المجال المغناطيسى

ب – تختلف التراكيب الأولية عن التراكيب الثانوية

ج – يسمى الفالق الدسر بالفالق الزحفى

٨- قارن بين عدم التوافق المتباين وعدم التوافق الانقطاعى .

٩- أذكر الشواهد الدالة علي وجود كل من:

أ – الفوالق

ب – عدم التوافق

الباب الثانى

المعـــادن

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذا الباب يصبح الطالب قادرًا على أن:

١- يفسر مفهوم المعدن بالنسبة للجيولوجى المتخصص .

٢- يتعرف الظروف الخاصة بتكوين المعادن .

٣- يفسر أسباب إختلاف أشكال البلورات.

٤- يقارن بين الفصائل المختلفة للبلورات .

٥- يتعرف الخواص البصرية للمعادن .

٦- يتعرف الخواص التماسكية للمعادن .

٧- يكتسب مهارة التمييز بين المعادن من حيث صلادتها .

٨- يقارن بين اللون و الخدش .

٩- يقارن بين الأحجار الكريمة و أحجار الزينة الصناعية (الغير نفيسة).

١٠- يقارن بين الانفصال و المكسر.

المعـــادن

يعيش الإنسان على سطح الأرض فوق القشرة الأرضية يأكل من زراعة تربتها ويسكن فى منازل يبنيها من مواد يستخرجها من صخورها و معادنها . و إذا نظرنا إلى طريقة معيشتنا نجد أن الحياه بكل متطلباتها ترتبط بصورة وثيقه ـ و إن كانت ليست دائما مباشرة ـ بما هو موجود على سطح الأرض أو بالقرب منه . لذلك يجب علينا التعرف على مكوناتها لنتعلم كيف نستفيد من خيراتها على أفضل وجه و نتقى شرورها من الزلازل والبراكين و السيول التى تؤثر على سطحها . ولا يتم ذلك إلا بدراسة مواد القشرة الأرضية من الصخور و المعادن المكونه لها ، والتى نعيش فى تلامس مباشر معها بل و تصعب الحياه بدونها سواء فى السلم أو الحرب .

وقد عرف الإنسان المعادن والصخور منذ قديم الأزل . حيث استخدم إنسان العصر الحجرى صخر الصوان فى عمل سكاكين وحراب كانت أسلحته لصيد الحيوان و الدفاع عن نفسه . ثم استعمل الأصباغ المعدنية الحمراء و الصفراء ممثلة فى الهيماتيت والليمونيت للرسم على جدران الكهوف التى كان يعيش فيها . ثم ازدهرت صناعة الفخار من معادن الطين بعد أن عرف الإنسان النار . وكان الانسان المصرى القديم أول من استخدم الأحجار ذات الألوان الزاهية من فيروز وجمشت وملاكيت وزمرد كأحجار للزينة والآن تستخدم المعادن فى الكثير من الصناعات و استخدامات الحياة المتعددة حيث يستخدم الكالسيت فى صناعة الأسمنت والكوارتز (الرمل) فى المصنوعات الزجاجية أما أكاسيد الحديد (الماجنيتيت و الهيماتيت) فتدخل فى صناعة الحديد والصلب اللازمة فى البناء وصناعة السيارات وسكك الحديد. أما الفلسبار فيدخل فى صناعة الخزف. وكما تعامل مع الفلزات ممثلة فى النحاس والذهب بعد أن شكلها لتناسب استخدامات الحياة المتعددة .

تتركب القشرة الأرضية من ثلاثة أنواع من الصخور هى النارية والرسوبية والمتحولة . وتشترك الصخور فى أنها تتكون من مجموعة معادن و فى أحيان قليلة نجد أن الصخر يتكون من معدن واحد مثل معدن الكالسيت الذى يكون صخور الحجر الجيرى .ولكن الغالبية العظمى من الصخور تتكون من حبيبات من المعادن متماسكة مع احتفاظ

كل منها بخصائصه مثل الجرانيت الذى يتكون من الكوارتز والفلسبار والميكا وعادة ما تشترك المعادن المكونة للصخر فى بعض الصفات أو الخواص . فالصخور النارية تكونت من تبلور صهير يتكون من مجموعة من المعادن تبلورت مع انخفاض صغير نسبيا من درجات الحرارة والضغط . أما الصخور الرسوبية التى نقلت وترسبت فإنها تشترك فى خواص متقاربة بالنسبة لحجم الحبيبات ووزنها النوعى . مثال فى ذلك رواسب السهل الفيضى لنهر النيل من الغرين الذى يكون التربة الزراعية فى مصر .

تعريف المعدن : مما سبق يتضح أن المعدن هو الوحدة الأساسية التى يتكون منها الصخر . والمعدن بالنسبة لجيولوجى متخصص فى علم المعادن هو مادة صلبة غير عضوية تتكون فى الطبيعة ولها تركيب كيميائى محدد (يمكن التعبير عنه) ولها شكل بلورى مميز. لذا فإن الفحم والبترول ليست من المعادن لأن الفحم من أصل عضوى وليس له شكل بللورى مميز ويزيد البترول بالإضافة لما سبق أنه مادة سائلة وليس له تركيب كيميائى محدد.

تكون المعادن:

المعادن – كغيرها من المواد الطبيعية تتكون من العناصر المعروفة لنا حيث تتكون بعض المعادن مثل الذهب والكبريت و الجرافيت والماس من عنصر واحد فقط بينما تتكون غالبية المعادن من اتحاد عنصرين أو أكثر كيميائيا حيث ترتبط لتكون مركبا ثابتا . حسب القوانين الكيميائية الخاصة بالروابط مثل الكوارتز (المرو) الذى يتكون من ثانى أكسيد السليكون والكالسيت الذى يتكون من كربونات الكالسيوم و مع أن الانسان تعرف على أكثر من مائة عنصر، فإننا نجد أن عددا قليلا منها يكون غالبية صخور الأرض. و بالتحديد فإن ثمانية عناصر تكون حوالى ٩٨,٥ ٪ بالوزن من صخور القشرة الأرضية. هذه العناصر الثمانية مرتبة تنازليا هى الأكسجين –

العنصر	النسبة المئوية للوزن
الأكسجين	٤٦,٦ ٪
السليكون	٢٧,٧ ٪
الألومنيوم	٨,١ ٪
الحديد	٥,٠ ٪
الكالسيوم	٣,٦ ٪
الصوديوم	٢,٨ ٪
البوتاسيوم	٢,٦ ٪
الماغنسيوم	٢,١ ٪
بقية العناصر	١,٥ ٪

السيليكون– الألومنيوم – الحديد – الكالسيوم – الصوديوم – البوتاسيوم و الماغنسيوم.

و من هنا يتضح أن باقى العناصر المعروفة مثل النحاس والذهب والكربون والرصاص والبلاتين لاتتعدى مساهمتها فى تكوين صخور الأرض أكثر من ١,٥ ٪.

وقد تمكن علماء المعادن من تعريف أكثر من ألفى معدن . وإن كان أغلبها يوجد بكميات قليلة فى الطبيعة . وإذا أحصينا المعادن الشائعة وتلك ذات القيمة الاقتصادية نجد أنها لا تتجاوز المائتى معدن أما المعادن المكونة لصخور القشرة الأرضية ، فإنها تعد بالعشرات و تنقسم إلى عدة مجموعات معدنية أكثرها شيوعاً مجموعة السيليكات تليها من حيث الوفرة مجموعة الكربونات ثم المعادن الاقتصادية من أكاسيد وكبريتيدات وكبريتات ومعادن عنصرية منفردة و غيرها .

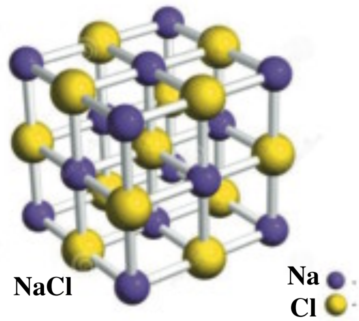
الأكثر	السيليكات	الكوارتز – الأرثوكليز – البلاجيوكليز – الميكا – الأمفيبول – البيروكسين – الأوليفين
↓	الكربونات	الكالسيت – الدولوميت
↓	الأكاسيد	الهيماتيت – الماجنيتيت
↓	الكبريتيدات	البيريت – الجالينا – السفاليريت
↓	الكبريتات	الجبس – الأنهيدريت – الباريت
الأقل	معادن عنصرية منفردة	الذهب – النحاس

ومن الأركان الأساسية فى تعريف المعدن أن له تركيب كيميائى محدد وبناء ذرى ثابت، بالنسبة للتركيب الكيميائى للمعدن فإن القليل من المعادن هى ذات تركيب كيميائى ثابت ومحدد ، مثل الكوارتز (المرو) الذى يتكون من ثانى أكسيد السليكون. أما الغالبية العظمى من المعـــادن فإن تركيبها يتغير بإحلال عنصر محل آخر لكن فى نطاق ضيق بحيث لا يغير من الترتيب الذرى للهيكل البنائى للمعدن .وعلى ذلك فإننا نجد أن الشق الأساسى فى تعريف المعدن هو كونه مادة متبلرة يتحكم النظام البلورى لها فى شكل

المعدن وخصائصه الطبيعية من لون وصلابة وانفصام ومكسر ، بل وفى خصائصه الكيميائية أيضاً.

التركيب البلورى للمعادن

تبعاً لذلك فإنه يهمنا أن نتعرف على كيفية تكوين الهيكل البنائى للمعدن.



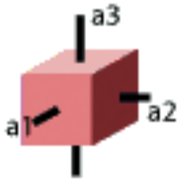
النظام البلورى لمعدن الهاليت

يتكون المعدن من ترتيب ذرات العناصر داخل المعدن الواحد ترتيباً منتظماً متناسقاً مكونة ما يعرف بالشكل البللوري. فالبللورة جسم هندسى مصمت لها أسطح خارجية مستوية تعرف بالأوجه البلورية. فمثلاً النظام البلورى لمعدن الهاليت (كلوريد الصوديوم) والمعروف بالملح الصخرى الذى يتكون من إتحاد أيونات الصوديوم الموجبة مع أيونات الكلور السالبة فى نظام تكرارى ينتج عنه نظام بلورى مميز لمعدن الهاليت يكون على شكل مكعب.

الأنظمة البلورية:

ويمكن تقسيم بلورات المعادن إلى عدة فصائل (أنظمة) بلورية مختلفة ويعتمد التقسيم على أطوال المحاور البلورية والزوايا بين هذه المحاور كما يلى :

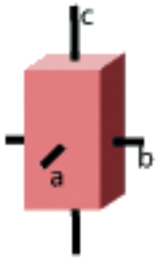
١) النظام المكعبى : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية متساوية فى الطول ومتعامدة الزوايا ويتميز هذا النظام بأكبر قدر من النظام البلورى.

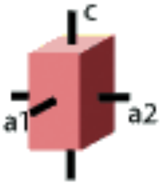


$\gamma = \beta = \alpha$ ، $a3 = a2 = a1$

٢) النظام المعينى القائم : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة فى الطول ومتعامدة الزوايا.

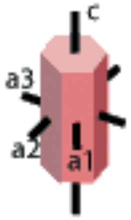
$\alpha = \beta = \gamma$ ، $c \neq b \neq a$





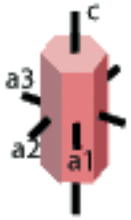
٣) النظام الرباعى : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية متعامدة ، محوران متساويان والثالث يختلف عنهم فى الطول.

$\gamma = \beta = \alpha$ ، $c \neq a2 = a1$



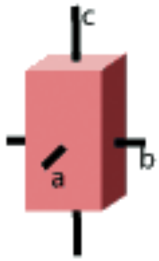
٤) النظام السداسى : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية أفقية متساوية فى الطول وتتقاطع مع بعضها فى زوايا متساوية ويتعامد عليهم محور رابع يختلف عنهم فى الطول، ومحور رأسى سداسى التماثل مع وجود مستوى تماثل أفقى.

$c \neq a3 = a2 = a1$



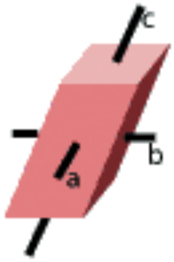
٥) النظام الثلاثى : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية أفقية متساوية فى الطول وتتقاطع مع بعضها فى زوايا ويتعامد على مستواهم الأفقى محور بلورى رأسى ثلاثى التماثل ولا يوجد مستوى تماثل أفقى.

$c \neq a3 = a2 = a1$



٦) النظام أحادى الميل: تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة فى الطول ، محوران منهما متعامدان والثالث مائل عليهما ومعظم المعادن تنتمى إلى هذه الفصيلة.

$\alpha = \gamma \neq \beta$ ، $c \neq b \neq a$



٧) النظام ثلاثى الميل : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة فى الطول وغير متعامدة.

$\alpha \neq \gamma \neq \beta$ ، $c \neq b \neq a$

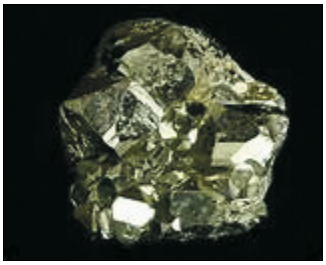
حيث أن كل الأنظمة لديها ثلاث محاور ماعدا النظام البلورى السداسى والثلاثى فلهما أربعة محاور بلورية.

الخواص الفيزيائية للمعادن:

و لما كان أحد أهم واجبات الجيولوجي هو التعرف على المعادن بداية من أماكن وجودها في الحقل فإنه يستخدم أولا الخواص الظاهرة و التي تسهل ملاحظتها في العينة اليدوية ليتوصل إلى تعريف المعدن مبدئياً ثم يؤكد ذلك التعرف بالطرق المعملية التي تتطلب أجهزة و تحاليل معقدة. و فيما يلي مناقشة سريعة لأهم الخواص الفيزيقية المميزة و التي يمكن تصنيفها إلى خواص بصرية و تماسكية و مغناطيسية و غيرها.

أولاً: الخواص البصرية Optical Properties

هي خواص تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط عليه والمنعكس منه وأهمها:



بريق فلزى

١- البريق : Luster

هو قدرة المعدن على عكس الضوء.

أ) بريق فلزى : بعض المعادن له بريق فلزى أى أن لها مظهر الفلزات التى تعكس الضوء بدرجة كبيرة بحيث يكون المعدن ساطعاً أو لامعاً مثل (البيريت - الجالينا - الذهب).

بريق لا فلزى

ب) بريق لا فلزى : أما المعادن التى لها بريق لا يشبه بريق الفلزات فإن بريقها لا فلزى يوصف بما يشابهه من أمثلة مألوفة لنا مثل البريق الزجاجى مثل (الكوارتز والكالسيت) أو اللؤلؤى مثل (الفلسبار) أو الماسى مثل (الماس).

ج) بريق ترابى أو أرضى : أقلها بريقاً فهو ما كان سطحه مطفيا أو غير براق مثل (الكاولينيت).

٢- اللون : Colour

يعتمد لون المعدن على طول الموجات الضوئية التى تنعكس منه و تعطى الإحساس باللون. و مع أن لون المعدن هو أكثر صفاته وضوحا إلا أنه صفة قليلة الأهمية نسبيا فى التعرف على المعادن ، حيث تتغير ألوان غالبية المعادن باختلاف تركيبها الكيميائى (فى الحدود المسموح بها و التى لا تغير من الترتيب الذرى المميز للمعدن) أو احتوائه على نسبة من الشوائب. من أمثلة ذلك:

أ) معدن الكوارتز الذى يوجد فى ألوان متعددة منها الوردى لوجود شوائب من المنجنيز والبنفسجى (الأميثست) يحتوى شوائب من أكاسيد الحديد. و الكوارتز الأبيض فى لون الحليب الذى يحتوى شوائب من فقاعات غازية كثيرة. كذلك الكوارتز بلون الدخان الرمادى الذى ينتج لونه من كسر

بعض الروابط بين ذرات عناصره للتعرض لطاقة إشعاعية عالية. بينما يكون الكوارتز النقى شفافا لا لون له ، و يعرف باسم البلور الصخرى تشبيها له بالبلور.

الأميثست

ب) معدن السفاليرايت (كبريتيد الزنك) ذو اللون الأصفر الشفاف والذى يتحول إلى اللون البنى بإحلال بعض ذرات الحديد بنسبة قليلة محل بعض ذرات الزنك.

ليست كل المعادن ذات ألوان مختلفة بل إن بعضها له لون ثابت يعرف باللون الحقيقى أو الأصلى للمعدن مثل لون الكبريت الأصفر و اللون الأخضر لمعدن المالاكيت (كربونات النحاس المائية).

المخدش

٣- الخدش : Streak

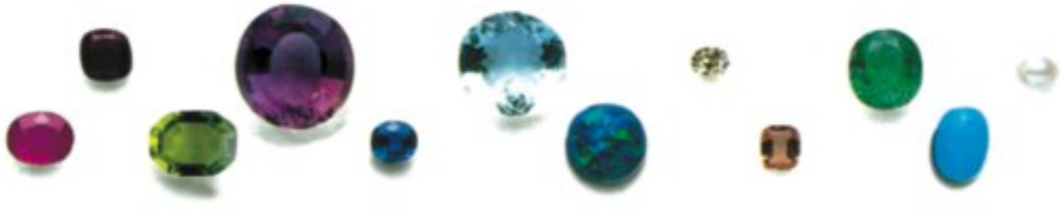
الخدش هو لون مسحوق المعدن الذى نحصل عليه بحك المعدن فوق قطعة من خزف غير مصقول. يتميز لون الخدش بأنه ثابت فى المعادن التى يتغير لونها بتغير نوع أو كمية الشوائب بها، و بذلك فهو أحد الخواص التى يمكن الاعتماد عليها فى التعرف على المعادن. مثل معدن الهيماتيت ذو اللون الرمادى الغامق فله مخدش أحمر و البيريت الذى يتميز باللون الذهبى له مخدش أسود. والكوارتز ذو الألوان المتعددة له مخدش واحد هو الأبيض

٤- خاصية عرض الألوان : Play of Colours

تتميز بعض المعادن بخاصية عرض أو تلاعب الألوان حيث يتغير لون المعدن مع تحريك المعدن أمام عين الانسان فى الاتجاهات المختلفة. وهى الخاصية التى توجد فى الأحجار الكريمة التى تستغل للزينة.

أ) الماس مثلا يفرق شعاع الضوء الساقط عليه نتيجة انكساره إلى اللونين الأحمر و البنفسجى بحيث يعطى بريقاً عالياً فى كل الاتجاهات.

ب) معدن الأوبال الثمين يتميز كذلك بخاصية اللألأة أو (عين الهر) حيث يتموج بريق المعدن ذو النسيج الأليافى باختلاف إتجاه النظر إليه.



بعض الأحجار الكريمة

٥- الشفافية : Transparency

خاصية يعتمد عليها فى التعرف على درجة شفافية المعادن أو قدرتها على إنفاذ الضوء خلالها.

أ) المعدن الشفاف : نقول إن المعدن شفاف إذ أمكننا الرؤية خلاله بوضوح.

ب) المعدن شبه الشفاف : إذا كنا نرى خلاله صورة غير واضحة.

ج) المعادن المعتمة : فلا ينفذ الضوء من خلالها.

ثانيا: الخواص التماسكية للمعادن Cohesive Properties

١- الصلادة: Hardness

صلادة المعدن هى درجة مقاومته للخدش أو البرى- و نحددها نسبيا حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به. الصلادة خاصية سهلة وسريعة التعيين بإستخدام القيم العددية التى حددها العالم موهس Mohs فى مقياسه للصلادة و الذى تتراوح درجاته بين "واحد" لأقل المعادن صلادة وهو التلك و١٠ لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس. و مقياس موهس للصلاده هو كالتالى:

المعدن	تلك	جبس	كالسيت	فلوريت	أباتيت	أرثوكليز	كوارتز	توباز	كوراندوم	ماس
الصلادة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الشكل										

(شكل مقياس موهس للصلاده)

تعيين الصلادة فى الحقل أو المعمل :

يسهل تعيين الصلادة فى الحقول الجيولوجية أو المعمل بإستخدام أقلام الصلادة المصنوعة من سبائك ذات درجات الصلادة المحددة. أما فى حالة عدم تواجد هذه الأقلام فإننا نستعين بأشياء شائعة الاستعمال فى حياتنا اليومية معروفة الصلادة مثل ظفر الانسان و صلادته حوالى ٢,٥ أى أنه يخدش التلك والجبس لكنه لا يخدش الكالسيت.

ثم عملة نحاسية صلادتها حوالى ٣,٥ ثم قطعة زجاج نافذة و صلادتها حوالى ٥,٥ ثم لوح الخدش الخزفى و صلادته حوالى ٦,٥ تقريباً. و يلاحظ أن أغلب المعادن الشائعة ذات صلادة أقل من ٦,٥ مما يسهل التعرف عليها. كما تستخدم خاصية الصلادة فى التمييز بين الأحجار الكريمة الطبيعية غالية الثمن و بين أحجار الزينة المقلدة صناعيا من مواد زجاجية أو أكسيد الألومنيوم ومن أهم مميزات المعادن الكريمة و الثمينة بالإضافة إلى ألوانها الجذابة أنها لا تنخدش بسهولة و لذلك فإن أغلبها تزيد صلادتها عن ٧,٥ بينما أحجار الزينة المقلدة تتميز بألوان جذابة لكن صلادتها تقل غالبا عن ٦

٢- الانفصام : Cleavage

انفصام صفائحى (معدن الميكا)

الانفصام هو قابلية المعدن للتشقق على طول امتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبيا تنتج عنها سطوح ملساء عند كسر المعدن أو الضغط عليه .

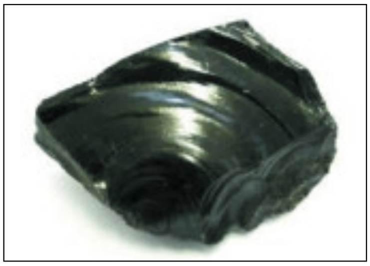
أنواع الانفصام:

أ) الانفصام فى اتجاه واحد : ومن أحسن أمثلة خاصية الانفصام ما نشاهده فى معدن الميكا الذى يتميز بانفصام جيد فى اتجاه واحد ، إذ ينكسر أو يتشقق مكوناً رقائق أو صفائح رفيعة كذلك معدن الجرافيت الذى يتميز بانفصام قاعدى جيد .

انفصام مكعبى (معدن الجالينا)

ب) الانفصام فى أكثر من اتجاه : كما أن لبعض المعادن أكثر من مستوى انفصام يمكن وصفها بعدد المستويات والزوايا بينها ، كما فى معدن الهاليت والجالينا مثلا الذى ينتج عنهما انفصام مكعبى أو معدن الكالسيت له انفصام معينى الأوجه كذلك فإن بعض المعادن مثل الكوارتز لا تظهر فيها خاصية الانفصام .

٣- المكسر : Fracture


مكسر محارى

المكسر عبارة عن شكل السطح الناتج من كسر المعدن فى مستوى غير مستوى الانفصام. و الشكل الناتج من الكسر لا يتبع أى مستويات ويوصف بالمقارنة بأشكال معروفة مثل المكسر المحارى الذى يميز معدن الكوارتز أو المكسر الخشن غير منتظم السطح والمكسر المسنن التى يميز غالبية المعادن فى الطبيعة .

القابلية للسحب والطرق : Malleability and Ductility

هى خاصية تعبر عن مدى سهولة أو إمكانية تشكيل المعدن بالطرق والسحب إلى رقائق أو أسلاك مثل الذهب والفضة والنحاس وفى المقابل فإن المعادن تعتبر قابلة للكسر إذا تفتت عند الطرق عليها .

ثالثا: خواص أخرى للمعادن

كما أن هناك خواص أخرى ذات قيمة فى التعرف على المعادن مثل :

١- الوزن النوعى : الوزن النوعى هو النسبة بين كتلة معدن الى كتلة نفس الحجم من الماء حيث تتراوح المعادن بين الخفيفة و متوسطة الثقل و الثقيلةمثل الجالينا الى يصل وزنه النوعى ٧,٥ والذهب وزنه النوعى ١٩,٣.

كذلك

٢- الخواص المغناطيسية من حيث إجذابها أو تنافرها مع المغناطيس مثل الماجنيتيت والهيماتيت.

٣- الخواص الحرارية مثل قابلية المعدن للانصهار و درجة انصهاره.

٤- خواص أخرى : بالإضافة إلى خواص مساعدة أخرى مثل مذاق المعدن (ملحى مثل الهاليت – مر) و ملمسه و رائحته.

أسئلة

١- كيف ترتبط حياة الإنسان بالمكونات المعدنية للأرض ؟

٢- " عرف الانسان المعادن منذ قديم الأزل " اشرح هذه العبارة

٣- مما يتركب الصخر ؟ اذكر أمثلة لأنواع من الصخور الشائعة.هل هناك صخور من معدن واحد ؟ أذكر مثالاً

٤- هل بالضرورة أن تشترك المعادن المكونة للصخر فى صفات معينة ؟

٥- ما هى اكثر المجموعات المعدنية شيوعاً فى صخور القشرة الأرضية ؟ اذكر معدن واحد من كل مجموعة

٦- عرف المعدن مع ذكر مثال لمركبات طبيعية لا تعتبر معادن

٧- كيف يتحدد شكل البلورة تبعاً لدرجة نمو المحاور والزوايا بينها ؟

٨- اذكر العناصر الثمانية التى تكون غالبية معادن وصخور القشرة الأرضية ؟

٩- تكلم عن الخواص البصرية للمعادن وكيفية استخدامهم فى التعرف على المعادن

١٠- اذكر أمثلة للبريق حسب درجة انعكاس الضوء الساقط على سطح معدن ؟

١١- هل يعتبر لون المعدن من الخواص المميزة الأساسية للمعدن ؟ اذكر أسباب ما تتوصل إليه .

١٢- لماذا توصف بعض أحجار الزينة بأنها أحجار كريمة ؟ ما الفرق بين أحجار الزينة الطبيعية والصناعية ؟

١٣- اذكر بعض الخواص التماسكية للمعادن و اشرح أثنين منها ؟

١٤- ما هى صلادة المعدن ؟ اذكر بعض الأمثلة للمعادن ذات الصلادة العالية

١٥- اذكر مقياس موهس للصلادة .

١٦- ما هو الانفصام فى المعادن وكيف يوصف؟

الباب الثالث
الصخور

الأهداف

بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب يصبح الطالب قادراً على أن :

١- يتعرف دورة الصخور .
٢- يرسم شكل تخطيطى لدورة الصخور .
٣- يتعرف الأقسام الرئيسية للصخور .
٤- يفسر أسباب تغير الصخور من نوع إلى آخر .
٥- يتنبأ بالتغيرات التى تحدث لأى نوع من الصخور عند تعرضه لظروف جديدة .
٦- يذكر مفهوم كل من التحجر والتحول والتبلور .
٧- يوضح العلاقة بين التبريد والتبلور .
٨- يشرح ظروف تكوين الصخور النارية .
٩- يحدد مكان تكوين الصخر النارى من دراسة نسيجه .
١٠- يحلل الأشكال البيانية الخاصة بالتركيب المعدنى للصخور النارية .
١١- يقارن بين الصخر الجوفية والصخور البركانية والصخور المتداخلة .
١٢- يتعرف على الأشكال التى تتواجد عليها الصخور النارية تحت سطح الأرض .
١٣- يوضح خطوات تكوين الصخور الرسوبية .
١٤- يشرح كيف تحدث عملية التحجر .
١٥- يذكر أنواع الصخور الرسوبية .
١٦- يصنف الصخور الرسوبية حسب حجم حبيباتها .
١٧- يذكر أمثلة للأنواع المختلفة للصخور الرسوبية .
١٨- يتعرف الصخور المتحولة .
١٩- يذكر أسباب التحول وأماكنه .
٢٠- يميز عملياً بين بعض الأنواع المختلفة من الصخور .
٢١- يتعرف على البراكين .
٢٢- يتعرف على اجزاء البركان .
٢٣- يتعرف على أشكال الصخور النارية السطحية
٢٤- يتعرف الفرق بين البريشيا البركانية والقنابل البركانية .

الصخور

درسنا فيما سبق أن القشرة الأرضية هى الجزء الخارجى الصلب من الكرة الأرضية وأنها تتكون من الصخور النارية والرسوبية والمتحولة ، وسبق لنا دراسة أن المعدن هو الوحدة الأساسية البنائية للصخر ، فما الصخر؟

الصخر : جسم طبيعى صلب يتكون غالبًا من عدة معادن مجتمعة معًا بنسب مختلفة وأحيانًا يتكون من معدن واحد فقط.

كل صخر يتميز بتركيب كيميائى محدد وبالتالى يكون له خواص فيزيائية تميزه عن غيره.

أنواع الصخور : يمكن تقسيم الصخور حسب نشأتها إلى ثلاثة أقسام هى :

١- الصخور النارية : Igneous Rocks

هى أول صخور تكونت من صخور القشرة الأرضية وجميع الصخور الأخرى ناتجة عنها بفعل العمليات الجيولوجية المختلفة وتسمى أم الصخور أو الصخور الأولية وتعرف بأنها صخور نتجت من تبريد وتبلور المادة المنصهرة عندما تنخفض درجة حرارتها سواء كان ذلك داخل الأرض أو على سطح الأرض ومن أشهرها الجرانيت والانديزيت والبازلت.

٢- الصخور الرسوبية : Sedimmentary Rocks

هى صخور تكونت نتيجة تفتيت صخور قديمة نارية ورسوبية ومتحولة بعوامل التجوية ثم نقل الفتات بعوامل نقل طبيعية ثم ترسيبها وتماسكها. ومن أمثلتها الحجر الرملى والطينى والجيري.

٣- الصخور المتحولة : Metamorphic Rocks

هى صخور نارية أو رسوبية تأثرت بحرارة شديدة أو ضغط كبير أو ضغط وحرارة معًا فتحولت إلى صخور ذات صفات جديدة لا تنتمى لأى من النوعين ومن أمثلتها الرخام والشيست الميكائي.

أهم الفروق بين أنواع الصخور الثلاثة :

الصخور النارية كتلية الشكل متبلرة غير مسامية لا تحتوى على أحافير.

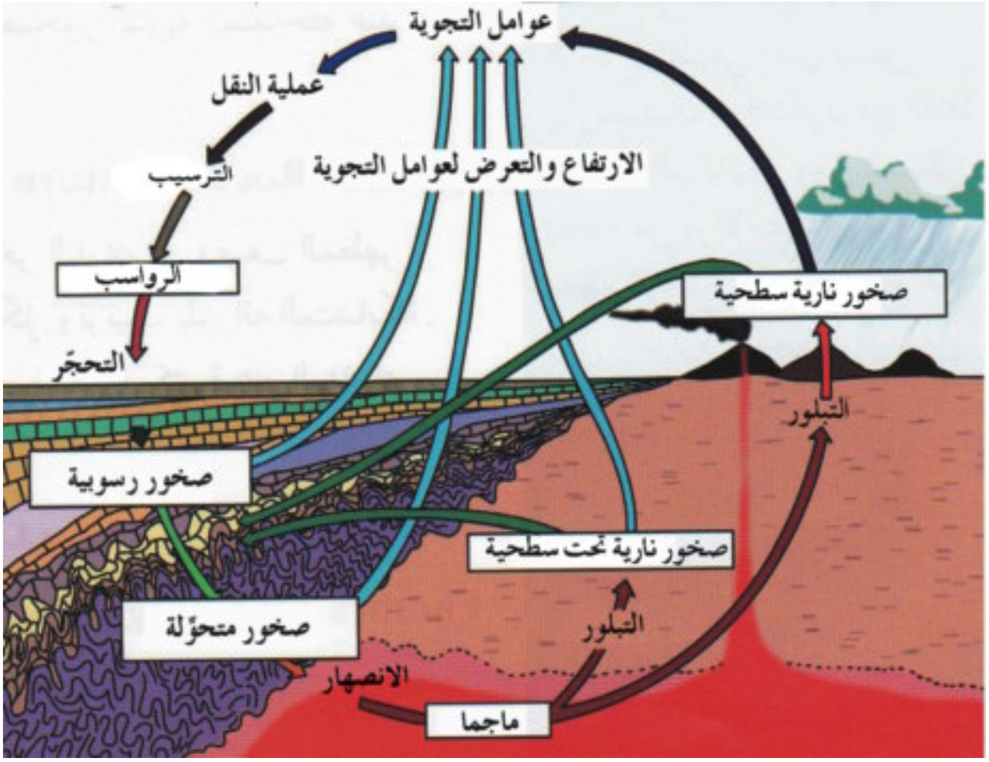
الصخور الرسوبية طباقية الشكل نادرة التبلر غالبًا مسامية وتحتوى على أحافير.

الصخور المتحولة ورقية (صفائحية) أو كتلية متبلرة غير مسامية قد تحتوى على أحافير مشوهة.

دورة الصخور فى الطبيعة :

كان العالم الاستكلندى جيمس هاتون فى عام ١٧٨٥ هو أول من ربط بين أنواع الصخور الثلاثة المعروفة على سطح الأرض وتأثير الغلافين الجوى والمائى وما يحدث بينها من عمليات جيولوجية

تؤدى إلى تغير نوع من الصخور إلى نوع آخر فى دورة واحدة تسمى دورة الصخور وهى تمر بعدة خطوات أو مراحل كما يلى : -



دورة الصخور فى الطبيعة

مراحل دورة الصخور :-

- **عملية التجوية** : هى أثر عوامل الجو من أمطار ورياح حيث يتم تفتيت وتحلل الصخور النارية وغيرها من الصخور إلى قطع صغيرة من فتات صخرى وتتم هذه العملية بفعل عوامل الجو لذلم تسمى بهذا الاسم وهى نوعان ميكانيكية وكيميائية.
- **عملية النقل** : يُنقل الفتات إلى أحواض الترسيب فى المناطق المنخفضة بواسطة عوامل نقل طبيعية من أنهار أو ثلاجات تنحدر على سطوح الجبال بمساعدة الجاذبية الأرضية أو تيارات الهواء فى الصحارى أو تيارات الماء فى البحار فيتعرى سطح جديد لتنشط عملية التجويه.
- **عملية الترسيب** : - عندما تضعف قدرة عامل النقل بقلة الانحدار أو ضعف سرعته يُرسب الفتات المنقول فيتراكم فى المناطق المنخفضة من السطح (قاع البحر أو المحيط) فى صورة طبقات أفقية تزداد سمكاً مع تتابع الترسيب.
- **عملية التحجر أو التصخر** :- تتأثر الطبقات السفلى بثقل ما يعلوها فتتضاغط حبيباتها وتتلاصق كما تترسب بين حبيباته مادة لاحمة فتتحجر الصخور وتتغير من رواسب مفككة غير متماسكة الى صخور رسوبية صلبة أو متحجرة .

- **عملية التحول :** - تهبط الصخور الرسوبية أو غيرها من الصخور إلى أعماق كبيرة فى باطن الأرض فى مناطق يكون فيها عدم استقرار الطبقة السطحية من الأرض محسوس فتتعرض لدرجات حرارة مرتفعة وضغط متزايد فتتحول تلك الصخور إلى صخور جديدة تسمى صخور متحولة وعادة يشمل التغير نوع المعادن ونسيج الصخر بحيث يحدث توازن وملائمة للصخر المتحول مع الظروف الجديدة من حرارة وضغط .
- **عملية الانصهار :** - عندما تتعرض الصخور المتحولة أو أيه صخور أخرى إلى زيادة أكبر فى درجات الحرارة والضغط فى العمق تنصهر مكوناتها المعدنية عندما تصل إلى درجة انصهار .
- **عملية التبريد والتبلور :** - عندما يخرج الصهير من غرفة الماجما ويتعرض لانخفاض درجة الحرارة يتصلب مكونًا صخور نارية قد تكون جوفية فى باطن الأرض مثل الجرانيت أو يندفع إلى السطح على شكل حمم فى مناطق الثوران البركانى يبرد مكوناً صخوراً نارية بركانية مثل البازلت والأنديزيت.

ثم تبدأ الدورة من جديد بتأثير عوامل الجو على أى من الصخور الثلاثة الموجودة على سطح القشرة الأرضية. نتعرف فى الصفحات التالية على الصخور الثلاثة النارية والرسوبية والمتحولة (تكوينها وأنواعها وخصائصها)

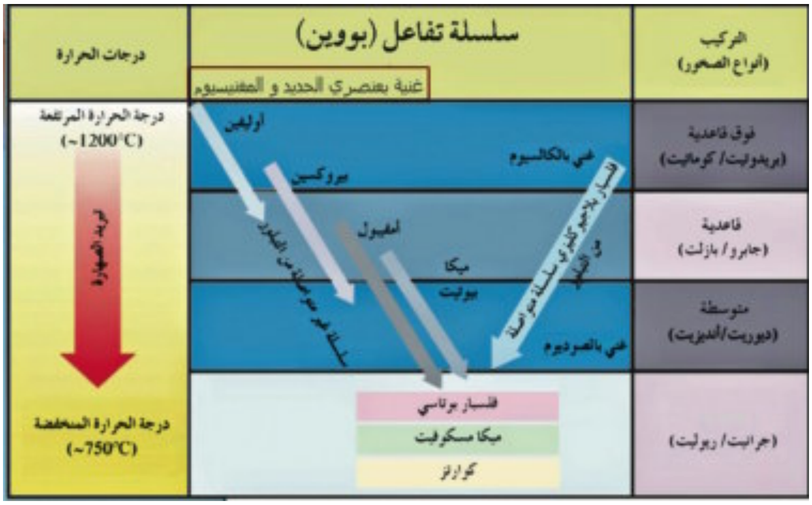
الصخور النارية Igneous Rocks

ذكرنا سابقا أن الصخور النارية تتكون من تبلور الصهير (مصهور الصخر) الذى يطلق عليه الماجما أو اللافا ، وهذا الصهير هو سائل لزج يتكون أساسا من العناصر الثمانية الموجودة فى معادن السليكات على صورة أيونات بالإضافة إلى بعض الغازات والتى من أهمها بخار الماء وتبقى هذه العناصر محبوسة داخل ذلك السائل اللزج تحت الضغط الواقع على الصهير فى الجزء العلوى من الوشاح والذى يتميز بأن صخوره لدنة مائعة.

تكوين الصخور النارية :-

أوضحت التجارب التى قام بها العالم بووين على تفاعل الماجما أن الماجما عندما تنخفض درجة حرارتها وتبدأ عملية التبلر فإن أول المعادن تبلورا هى المعادن الغنية بعناصر الحديد والماغنيسيوم والكالسيوم وبذلك نجد أنه عند تبلور ٥٠ ٪ من الماجما يفقد الجزء المنصهر هذه العناصر الثلاثة تماماً ويصبح غنى بعنصرى الصوديوم والبوتاسيوم كما يزداد محتواه من السليكون حيث يتبلور هذا الجزء فى المراحل الأخيرة من التبلور وقد أوضح بووين هذا التفاعل فى مخطط عرف باسم متسلسلة تفاعلات بووين كما هو موضح بالشكل التخطيطى.

ويتضح فى هذا المخطط فرعين اليمين منهما يوضح التفاعل المتصل حيث يتكون فلسبار غنى بالكالسيوم ثم فلسبار غنى بالكالسيوم والصوديوم ثم فلسبار غنى بالصوديوم أما الفرع اليسار فيبدأ بالأوليفين أول المعادن تبلورا ثم البيروكسين ثم الأمفيبول وأخيرا الميكا السوداء آخر الفرع وهكذا



وخلال المرحلة الأخيرة للتبلر وبعد أن يكون معظم الصهير قد تصلب يحدث تبلور للصهير على هيئة معادن فلسبار البوتاسيوم ثم الميكا البيضاء وأخيرا معدن الكوارتز آخر معادن الصهير تبلورا.

ونلاحظ أن الصهير عند تبلوره يتكون من ستة مجموعات أو فصائل معدنية مرتبة حسب سرعة تبريدها كما يلى :-

١- الأوليفين (أول المجموعات المعدنية تبلورا) ٢- البيروكسين ٣- الأمفيبول

٤- الفلسبارات ٥- الميكا ٦- الكوارتز وهو آخر المعادن تبلورا

أسس تقسيم الصخور النارية

ويمكن تقسيم الصخور النارية حسب الصفات الآتية :

١- مكان تبلور الصخور والذى يؤثر على سرعة تبريدها وشكل نسيجها

٢- التركيب المعدنى للصخور والذى يعتمد على التركيب الكيميائى

كما تتخذ الصخور النارية أشكال وأوضاع فى الطبيعة نتيجة تداخلها فى الصخور المحيطة والموجودة حولها

أولا : - التقسيم حسب مكان التبلور وشكل النسيج : -

أ- صخور نارية جوفية (باطنية) :-

يؤدى التبريد البطيء الذى يتم فى باطن الأرض أو جوفها بعيداً عن السطح إلى إعطاء الفرصة لكمية كبيرة من الأيونات لكى تتجمع على مركز التبلور الواحد فيتكون نسيج خشن بلوراته

مطابع هاى ستاندرد

كبيرة الحجم ترى بالعين المجردة وبها عدد قليل من البلورات كبيرة الحجم وهى خاصية تميز ذلك النوع من الصخور مثل الجرانيت والدايورايت والجابرو.

ب - صخور نارية متداخلة :-

وعندما يندفع الصهير فى اتجاه سطح الأرض لكن الظروف المحيطة لم تسمح له بمواصلة السير حتى السطح فيتداخل فى الصخور المحيطة به ثم يبرد ويتخذ أشكالا متعددة ويتكون صخور نسيجها من بلورات كبيرة تكونت عندما كان الصهير فى باطن الأرض يبرد ببطء وبلورات أصغر حجما تبلورت فى الموقع الجديد الأقرب إلى السطح حيث سرعة التبرد أكبر مكونا الصخور النارية المتداخلة والتى يعرف نسيجها بالنسيج البورفيرى حيث توجد بلورات كبيرة الحجم وسط أرضية من بلورات أصغر حجماً لكنها غالباً من نفس التركيب المعدنى (دوليرايت وميكروديورايت وميكروجرانيت).

جـ - صخور نارية بركانية (سطحية) :-

عندما تخرج الحمم البركانية (اللافا) أثناء الثورات البركانية فوق السطح أو بالقرب من سطح الأرض فإن الصهير يبرد بسرعة كبيرة حيث لم تأخذ فرصة كافية للتبلور فيكون النسيج زجاجياً أى عديم التبلور أو ذات بلورات مجهرية وتكون بلوراته كثيرة العدد لكنها صغيرة الحجم لا ترى بالعين المجردة وهى أهم خصائص صخور البازلت التى تمثل أشهر الصخور البركانية على الأرض والأنديزيت والرايوليت والأوبسيديان والحجر الخفاف الذى يستعمل فى المنازل.

ثانيا : التقسيم حسب التركيب المعدنى للصخور :

أ- صخور نارية حمضية :-

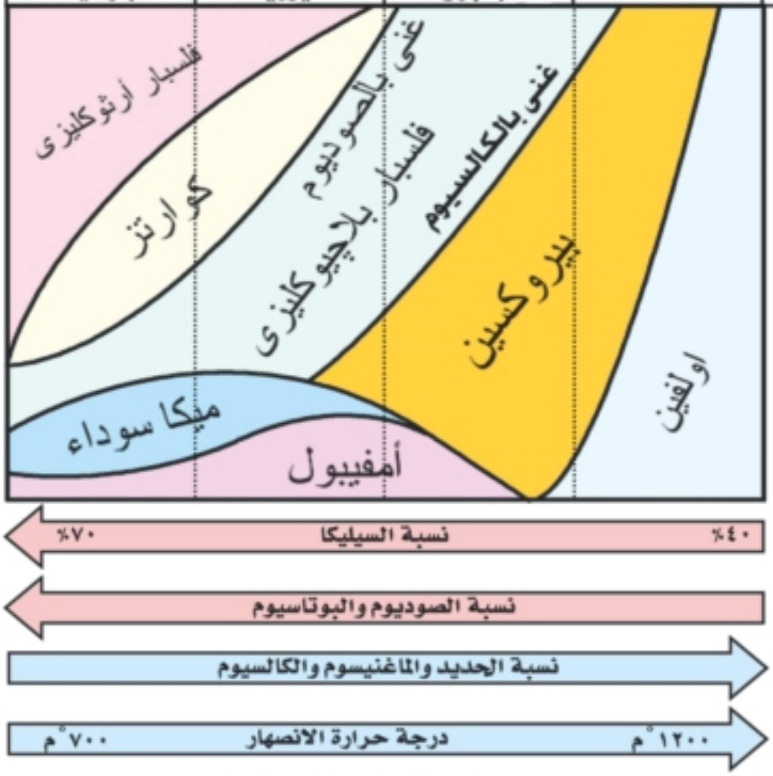
هى صخور تحوى نسبة من السيليكا أكثر من ٦٦ ٪ ، والفلسبار البوتاسى والصودى، والميكا ، والكوارتز بنسبة ٢٥٪، والأمفيبول لونها وردى فاتح، تتبلور فى درجة حرارة منخفضة أقل من ٨٠٠ درجة مئوية ، ومن أمثلتها وأشهرها الجرانيت ذو النسيج الخشن شائع الاستعمال فى عمليات البناء لجماله الطبيعى خاصة بعد تلميعه ، ومنها أيضاً الميكروجرانيت ذو النسيج البورفيرى وهو صخر متداخل ، الرايوليت وهو بركانى دقيق

التبلور، وكذلك الأوبسيديان زجاجى النسيج والحجر الخفاف الغنى بالفقاقيع الهوائية لذلك فإنه يتميز بوزن خفيف.

ب - صخور نارية متوسطة :-

هى صخور متوسطة التركيب الكيميائى والمعدنى حيث تحتوى على السيليكا بنسبة تتراوح بين ٦٦٪ إلى ٥٥٪ ، والفلسبار البلاجيوكليز الغنى بالكالسيوم والصوديوم ، كما تحتوى على البيروكسين والأمفيبول والميكا والكوارتز ونسبة من الفلسبار البوتاسى ، تتبلور فى درجة حرارة متوسطة ، لونها بين الفاتح والغامق ، ومن أمثلتها الدايورايت ذو النسيج الخشن ، والميكرودايورايت ذو النسيج البورفيرى ، وأشهرها الأنديزيت البركانى نسبة إلى جبال الأنديز. كوماتيت

	فوق قاعدية	قاعدية	متوسطة	حامضية
بركانية	كوماتيت	بازلت	انديزيت	رايوليت
جوفية	بيريدوتيت	جابرو	دايوريت	جرانيت



شكل يوضح التركيب المعدنى للصخور النارية الشائعة مع توضيح نسبة السيليكا والعناصر ودرجة الحرارة

جـ - صخور نارية قاعدية :-

صخور فقيرة فى السيليكا تتراوح نسبة السيليكا من ٥٥٪ إلى ٤٥٪ ، تتبلور فى درجات الحرارة المرتفعة أكثر من ١١٠٠ درجة مئوية فى المراحل الأولى لتبلور الصهير، لذلك تكون غنية بالمعادن التى تحتوى على نسبة كبيرة من الحديد والماغنيسيوم والكالسيوم مما يوضح سبب لونها الغامق (الأسود) مثل الأوليفين ، البيروكسين وفلسبار البلاجيوكليز الكلسى ، وبعض الأمفيبول ، ومن أمثلتها الجابرو الجوفى، الدوليرايت ذو النسيج البورفيرى ، والبازلت أشهر الصخور البركانية انتشارا على سطح الأرض والذى يستخدم فى أعمال الرصف.

د - صخور نارية فوق قاعدية :-

صخور فقيرة فى السيليكا حيث تقل فيها نسبة السيليكا عن ٤٥٪ ، أول الصخور تكونا عند تبلور الصهير ، لونها أسود غامق ، غنية بمعدنى الأوليفين والبيروكسين ومعادن غنية بالحديد والماغنيسيوم ومن أمثلتها صخر البيريدوتيت.

البراكين

البركان عبارة عن فتحة أو شق فى القشرة الأرضية تسمح الصخور المنصهرة والغازات المحبوسة معها بالخروج إلى سطح الأرض وتأتى الصخور المنصهرة من غرف مؤقتة أو تجاويف الماجما الموجودة على أعماق تحت سطح الأرض (خزان الماجما).

أسباب حدوث البراكين وثوراتها :

طاقة الغازات المحتسبة تعتبر القوة الرئيسية لتفجير البراكين ويتضح ذلك فى مناطق إيلاج أو تداخل الألواح التكتونية حيث تؤدى إلى حدوث تشققات تنطلق منها هذه البراكين .

وتندفع صهارة الصخر خلال الشقوقو فى صخور القشرة الأرضية لتصل إلى السطح وتعمل الجما المتصاعدة على صهرما يصادفها من صخور وعندما تصل إلى سطح الأرض تسمى بالطفوح البركانية أو اللافا – وعند تعرض اللافا للهواء والضغط الوى العادى تبرد وتتجمد لتكون الصخور البركانية وتكون جسم البركان وهو عادة على شكل مخروط .

قطاع فى البركان

والشكل المقابل يوضح أجزاء البركان الذى يتكون من :

- فوهة البركان
- القصبة والذى يندفع من خلالها المواد البركانية الى الفوهة.
- المخروط هو يمثل شكل البركان وتوجد به فتحه فوهة البركان.

• وتعتبر الثورانات البركانية من أكبر الظواهر المروعة والمفجعة فى الطبيعة وتقسم البراكين إلى :-

• معظم البراكين تصبح خامدة نهائياً بعد ثوراتها ، حيث تخلو غرف الماجما من الصهير تماما.

• بعض البراكين يمتد فى ثوراته بصفة مستديمة مثل بركان " سترومبولى " فى إيطاليا .

• بعضها الآخر يثور على فترات متقطعة مثل بركان فيزوف فى إيطاليا وبركان آتنا فى جزيرة صقلية .

نواتج البراكين :-

ويخرج من فوهات البراكين أثناء ثورانها مواد معدنية منصهرة " اللافا " وتقدر درجة حرارتها بحوالى ١٢٠٠ درجة مئوية ، وتكون المواد المنصهرة مصحوبة بكميات كبيرة من الغازات والأبخرة مثل غاز الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين ، ثانى أكسيد الكربون ، بخار الماء وغيرها وتتطاير مع الغازات والأبخرة مواد معدنية دقيقة تسمى رماد بركانى تنتشر فى الجو ، وتندفع من فوهات البراكين المقذوفات أو القنابل البركانية والبريشيا البركانية

تأثيرات وفوائد البراكين : يظهر تأثيرها على سطح القشرة الأرضية حيث أنها

• تضيف إليها ملايين الأطنان سنويا من الصخور البركانية التى تكون غطاءات كبيرة الامتداد أو تظهر على شكل هضاب أو جبال بركانية .

• ظهور جزر بركانية جديدة إذا حدث ثوراتها تحت سطح الماء فى البحار .

• تؤدى البراكين إلى تكوين تربة خصبة جداً من الرماد البركانى .

• قد ينتج عن البراكين تكوين بحيرات مستديرة من تجمع مياه الأمطار فى فوهات البراكين الخامدة ..

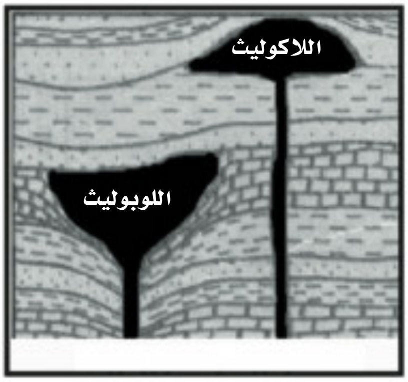
وبذلك تعتبر من عوامل البناء لصخور القشرة الأرضية .

الأشكال والأوضاع التى تتخذها الصخور النارية فى الطبيعة :-

أولاً: أشكال الصخور النارية تحت السطحية :

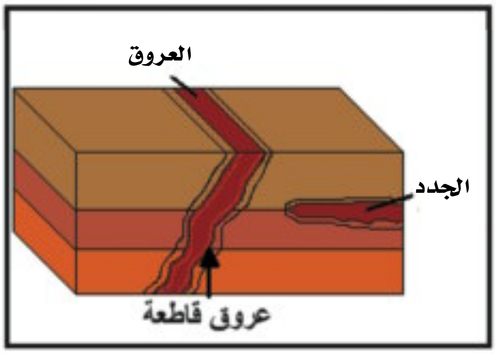
١- الباثوليث : أكبر الكتل النارية المعروفة وتمتد مئات الكيلومترات وسمكها عدة كيلومترات

٢- القباب : وتنتج من صعود الماجما خلال فتحة ضيقة ثم تتجمع بدلا من انتشارها أفقيا وقد تكون قبة عادية وتسمى اللاكوليث فى حالة الماجما عالية اللزوجة وضغطها على ما فوقها من صخر فتنثنى لأعلى مكونة ثنية محدبة ، أو تكون قبة مقلوبة أو طبق وتسمى لوبوليث



اللاكوليث و اللوبوليث

عندما يحدث عكس ذلك وتكون الماجما قليلة اللزوجة وتسبب من انثناء الصخور أسفلها مكونة طية مقعرة.



العروق والجدد

٣- **العروق** : تنتج من تداخل الماجما فى الصخور المحيطة بها بحيث تكون قاطعة لها.

٤- **الجدد** : تنتج من تداخل الماجما فى الصخور المحيطة بها بحيث تكون موازية لأسطح الطبقات وغير قاطعة لها.

وهذه أما أشكال الصخور السطحية فندرسها مع البراكين.

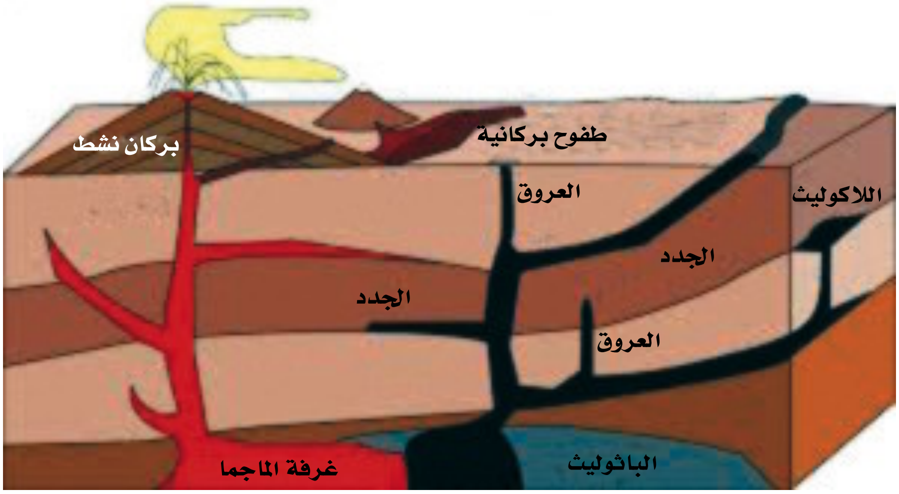
ثانياً: أشكال الصخور النارية البركانية السطحية :

١- **الطفوح البركانية**: اللافا المتصلدة على سطح الأرض تنتج من ثورات البراكين وتأخذ أشكال الجبال أو الوسائد.

٢- **المواد النارية الفتاتية**: تنتج من تكسير أعناق البراكين ومنها:

- **البريشيا البركانية** : قطع ذات زوايا حادة تتراكم حول البركان.
- **الرماد البركانى** : حبيبات دقيقة الحجم تحملها الرياح لمسافات كبيرة وقد تعبر بها البحار لتسقط فى قارة أخرى

٣- **المقذوفات (القنابل) البركانية**: كتل صخرية بيضاوية الشكل تتألف من مواد اللاڤا عند تجمدها بالقرب من سطح الأرض.



أشكال الصخور النارية فى الطبيعة

الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

تكوينها : -

تتكون الصخور الرسوبية من ترسيب نواتج عمليات التجوية صلبة كانت أو ذائبة والتى تنقلها عوامل النقل الطبيعية وتصل بها إلى أحواض الترسيب فترسبها فى طبقات متوازية الواحدة فوق الأخرى.

مميزاتها : -

١- تغطى حوالى ثلاثة أرباع سطح الأرض لكن فى طبقات رقيقة نسبياً حيث أنها لا تمثل أكثر من ٥٪ بالحجم من صخور القشرة الأرضية

٢- كثيراً منها مهم اقتصادياً مثل رواسب الحجر الجيرى والفوسفات والفحم والحديد وكذلك الحجر الرملى.

٣- تضم صخوراً لخزن النفط والغاز والمياه الجوفية مثل الحجر الرملى والجيرى لمسامية هذه الصخور.

٤ - أنواع الصخور الرسوبية قليلة بالنسبة للنارية والمتحولة بل ويمكن تقسيمها إلى عدد محدود جداً تسود ثلاثة منها هى الصخور الطينية والصخور الرملية والصخور الجيرية التى تكون حوالى ٩٠٪ من الصخور الرسوبية

تصنيف وتقسيم الصخور الرسوبية :

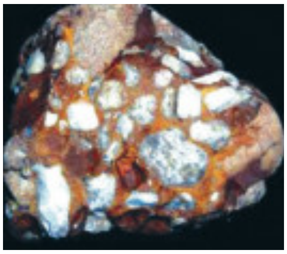
التقسيم الشائع للصخور الرسوبية حسب طريقة تكونها كما يلى :

البريشيا

أولا: الصخور الرسوبية الفتاتية: تقسم الصخور الرسوبية الفتاتية حسب الحجم السائد لمكوناتها الصلبة إلى :

١- رواسب الزلط :

تتكون من فتات مستدير فى حجم الحصى والجلاميد يزيد قطر مكوناتها عن ٢ ملليمتر وفى حالة تماسك الحبيبات بمادة لاحمة وتحجرها فإن الصخور تعرف باسم الكونجلوميرات ، أما إذا كانت الحبيبات ذات حواف حادة فإن الصخر الناتج عن تحجرها يسمى البريشيا وهو صخر شائع الاستعمال فى أعمال زينة الجدران


الكونجلوميرات

٢- رواسب الرمل :

يتراوح قطر الحبيبات بين ٢ ملليمتر و٦٢ ميكرون (الميكرون ١ /١٠٠٠ من الملليمتر) أغلبها من حبيبات الكوارتز ويعرف الصخر المتحجر باسم الحجر الرملى ومن هذه الرواسب الكثبان الرملية فى الصحارى.

مطابع هاى ستاندرد

٣- الرواسب الطينية :

الحجر الرملى

الطين الصفحى

تتكون فتات فى حجمى الغرين (٦٢ – ٤ ميكرون) والصلصال (أقل من ٤ ميكرون) عادة ما يكونا مختلطين ليكونا رواسب الطين مثل أغلب مكونات تربة مصر الزراعية ، وعند تماسك الصخور الطينية عادة ما تظهر بها صفه التورق أو التصفح نتيجة تضاغط مكوناتها وعندئذ تعرف باسم الطفل أو الطين الصفحى .

ثانياً : الصخور الرسوبية كيميائية النشأة :

تتكون الصخور الرسوبية الكيميائية نتيجة ترسب الأملاح الذائبة فى الماء عند تبخر الماء وزيادة تركيز الأملاح أو نتيجة التفاعلات الكيميائية.

وتقسم الصخور الرسوبية الكيميائية إلى :

صخور جيرية مثل الحجر الجيرى والدولوميت ، صخور سيليكاتية مثل صخر الصوان الفاتح والغامق ، صخور متبخرات مثل الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية) والأنهيدريت (كبريتات كالسيوم لا مائية) وملح الطعام الصخرى وهو معدن الهاليت (كلوريد الصوديوم) التى تترسب نتيجة تبخر المياه من بحيرات مقفولة أو شبه مقفولة أو فى السبخات الساحلية . وقد استغل الانسان هذه الظاهرة فى استخراج ملح الطعام من مياه البحر بتبخيرها صناعياً فى الملاحات (الملح الصخرى) . كما أن هناك أنواع أخرى من الرواسب الكيميائية مثل بعض خامات الحديد الرسوبى ، ومن أشهر أمثلته فى مصر حديد أسوان البطروخى الذى يتكون من أكسيد الحديد الأحمر (الهيماتيت) .

ثالثا : الصخور الرسوبية العضوية والبيوكيميائية :

كلنا نعرف أن الأحياء البحرية تبنى الأجزاء الصلبة من هيكلها الداخلى أو الخارجى من كربونات الكالسيوم التى تستخلصها من ماء البحر وبعد موتها تتراكم هذه الهياكل مكونة صخور عضوية مثل صخور الحجر الجيرى الغنية بالحفريات أى البقايا الصلبة للأحياء البحرية من فقاريات (أسماك وغيرها) ولا فقاريات من محاريات وشعاب مرجانية وأحياء دقيقة الحجم مثل الفورامنيفرا أو نباتات مثل الطحالب ذات الأصل العضوى . أيضاً صخور الفوسفات التى تحتوى على بقايا حفرية لحيوانات بحرية فقارية تحتوى الفوسفات بالإضافة إلى مكونات معدنية فوسفاتية تزيد من تركيز نسبة الفوسفات فى الصخور البيوكيميائية .

نوع آخر من الرواسب العضوية ذو القيمة الاقتصادية هو الفحم الذى يتكون نتيجة دفن مواد نباتية فى باطن الأرض بعيداً عن الأوكسجين لمدة طويلة حتى تفقد الأنسجة النباتية المواد

الطيارة ويتركز الكربون مكونا الفحم يتم ذلك عادة فى مناطق المستنقعات خلف دلتات الأنهار حيث الظروف ملائمة للطمر (الدفن) السريع للبقايا النباتية بمعزل عن الهواء ، وهو أحد مصادر الطاقة والتى تشمل أيضا كل من النفط والغاز والكيروجين.

مصادر الطاقة فى الصخور الرسوبية :-

١- النفط والغاز :-

لا يعتبر كل من النفط والغاز رواسب لكنهما يتكونان ويختزنان فى الصخور الرسوبية.

وقد تكونت هذه المواد الهيدروكربونية أى التى تتكون من الكربون والهيدروجين من تحلل البقايا الحيوانية والنباتية البحرية الدقيقة بمعزل عن الهواء بعد ترسيبها مع الصخور الطينية التى تعرف بصخور المصدر ، حيث تنضج عند عمق ٢-٤ كيلو متر فى باطن الأرض وفى درجات حرارة بين ٧٠ إلى ١٠٠ درجة مئوية وتتحول إلى الحالة السائلة والغازية للهيدروكربون ، وبعد ذلك تتحرك أو تهاجر إلى صخور الخزان المسامية المكونة من الرمال والحجر الرملى والحجر الجيرى أحياناً .

٢- الطفل النفطى :-

هو صخر طينى غنى بالمواد الهيدروكربونية والتى أغلبها من أصل نباتى توجد فى حاله شمعية صلبة تعرف باسم الكيروجين تتحول إلى مواد نفطية عند تسخين الصخر إلى درجة ٤٨٠ درجة مئوية تقريبا وهو مصدر مهم من مصادر الطاقة وإن كان لا يستغل حالياً لكنه يبقى كاحتياطى لحين نفاذ كميات البترول من الأرض ، ولن يبدأ استغلاله كوقود قبل أن يصبح سعر إنتاجه منافسا لسعر النفط .

الصخور المتحولة : Metamorphic Rocks

تكوينها :-

يتحول الصخر أى يتغير إلى هيئة أخرى إذا تعرض لظروف ارتفاع فى الحرارة والضغط بحيث يصبح فى حاجة إلى إعادة توازنه وتبلوره ليتلاءم مع هذه الظروف وبالتالى فإن أى صخر سواء كان نارياً أو رسوبياً أو حتى متحولاً يكون عرضة للتحول تحت ظروف ارتفاع الحرارة والضغط فى باطن الأرض .

مظاهر التحول :-

يظهر ذلك بتغيير معادنه إلى معادن جديدة . كذلك نسيجه الصخرى بحيث يصبح أكثر تبلوراً أو تترتب معادنه فى اتجاهات عمودية على اتجاه تأثير الضغط الواقع عليها أثناء نموها .

مطابع هاى ستاندرد

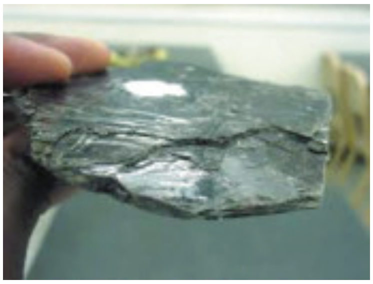
أنواع الصخور المتحولة :-

١- صخور متحولة كتلية :-

الرخام

وهى التى نشأت من تحول الصخور تحت تأثير الحرارة عند ملامسة أو ملاصقة الصخر لكتلة من الصهير ويقل تأثير التحول تدريجيا كلما ابتعدنا عن منطقة التلامس حيث يحدث زيادة فى حجم البلورات مكونة نسيج حبيبى كما يحدث مع صخر الكوارتزايت الناتج من تحول الكوارتز فى الصخور الرملية عند تعرضها للحرارة ، وكذلك مع صخر الرخام الناتج من تعرض الحجر الجيرى لحرارة شديدة فى باطن الأرض حيث تتلاحم بلورات الكالسيت وتتداخل مما يزيد من صلابة الرخام وقوة تماسكه ، كثير من أنواع الرخام ذات ألوان وتعرق متغير بسبب أنواع من الشوائب مما يجعل استخدامه كواحد من أحجار الزينة أمراً مستحباً .

٢- صخور متحولة متورقة :-



الشيست الميكائى

وهى التى نشأت من تحول الصخور تحت تأثير الحرارة والضغط حيث تترتب البلورات التى نمت تحت تأثير الحرارة فى اتجاهات محددة وتكون على هيئة رقائق أو صفائح متعامدة على اتجاه الضغط مكونة نسيج متورق ومنها صخر الاردواز الناتج من تحول صخور الطفل تحت ضغط مرتفع وحرارة منخفضة ويستخدم فى أعمال البناء .

النيس

وصخور الشيست وهى أنواع أهمها الشيست الميكائى الذى تظهر فيه خاصة التورق نتيجة ترتيب بلورات الميكا فى الصخر الطينى بعد نمو البلورات بتأثير ارتفاع الحرارة ويكون فى اتجاه عمودى على اتجاه الضغط لتقليل تأثيره ، ويتكون من صفائح رقيقة متشابهة فى تركيبها المعدنى متصلة غير متقطعة ، بينما النيس وهو متحول من تعرض الجرانيت للحرارة والضغط بلورات معادنه مرتبة فى صفوف متوازيه ومتقطعة .

أسباب وأماكن التحول : -

ويحدث التحول عادة أثناء الحركات البانية للجبال أو عندما تكون الصخور ملامسة أو ملاصقة لكتلة من الصهير فى درجة حرارة عالية أو بدرجة أقل على مستويات الصدوع حيث تتحرك كتلتان من الصخور فيُحدث الاحتكاك بينهما ارتفاعاً فى درجة الحرارة .

أهم مفاهيم الباب الرابع

الصخور النارية الشائعة		
الجرانيت	الأنديزيت	البازلت
أكثر من ٦٦٪ سيليكا وغنى بالبوتاسيوم والصوديوم	من ٦٦ – ٥٥٪ سيليكا – كميات متقاربة من الحديد والصوديوم والكالسيوم	من ٥٥ – ٤٥ ٪ سيليكا غنى بالحديد والماغنسيوم والكالسيوم
جوفية	بركانية	بركانية
خشن	دقيق أو زجاجي	دقيق أو زجاجي

١- حركات تكتونية ترفعها إلى أعلى سطح الأرض .
٢- التجوية والتعرية .
٣- تكوين فتات الصخور .
٤- النقل والترسيب القارى أو البحري.

١- عندما تغوص فى باطن الأرض أو تتعرض لدرجة حرارة أو ضغوط أعلى
٢- تنصهر وتتحول إلى مصهور (مجما)
٣- عندما تصعد إلى أعلى وتبرد .

الصخور الرسوبية الشائعة		
الفتاتية	الكيميائية	العضوية والبيوكيميائية
رواسب الزلط الكونجلوميرات والبريشيا	نتيجة البخر أو تفاعلات كيميائية مثل رواسب الجبس	تشترك الكائنات الحية فى تكوينها
رواسب الرمل الحجر الرملي الكثبان الرملية	وملح الطعام وحديد أسوان البطروخي والحجر الجيرى	مثل الحجر الجيري الحفرى الصخور الفوسفاتية
رواسب الطين الصخور الطينية والطفل		الرواسب العضوية مثل الفحم والطفل النفطى

الصخور المتحولة		
اسم الصخر	نوع التحول	الصخر الأصلي
الرخام الكوارتزيت	بالحرارة	صخر جيري الحجر الرملي
الشست الميكائى	بالحرارة والضغط	صخر طينى يحتوى على بلورات الميكا
النيس	بالحرارة والضغط	الجرانيت
الإردواز	بالحرارة والضغط	صخر طينى

عندما تغوص فى باطن الأرض بتأثير ثقل الوزن
التعرض للحرارة والضغط العاليين . عند ملامسة المجما أو اللافا .-
يتغير تركيب ونسيج الصخر (حجم بلوراته) . أثناء الحركات البانية للجبال .

أسئلة

١ – اذكر أنواع الصخور الموجودة فى الطبيعة موضوحا الفرق بينها؟

٢ – ما هى مراحل دورة الصخور ؟ اشرح كل مرحلة منها.

٣ – ما العلاقة بين الأنواع الثلاثة من الصخور فى دورة الصخور؟

٤ – اذكر فرقاً واحداً بين كل من : الجرانيت والبازلت – الجرانيت والجابرو – الرايولايت والدايورايت.

٥ – وضح الفرق بين: أ– اللاكوليث واللوبوليث

ب– البريشيا البركانية والمقذوفات البركانية ج– البريشيا والكونجلوميرات

٦– اذكر مثالاً للرواسب الكيميائية مع شرح كيفية تكونها؟

١٠ – ما هى أهم الرواسب العضوية النباتية ؟ كيف تكونت؟

١١ – ما هى صخور المصدر بالنسبة للنفط؟ كيف وأين يتم نضجه حتى يتحول إلى نفط خام أو غاز؟

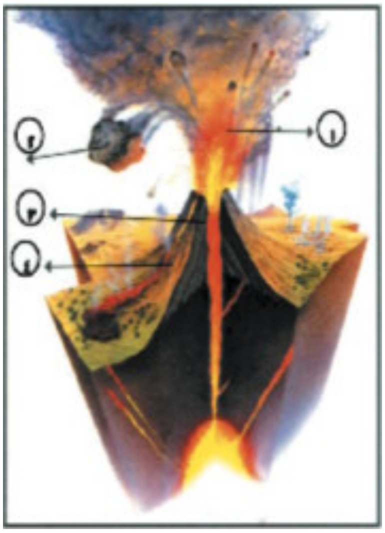
١٢– اذكر ما تعرفه عن الطفل النفطى؟

١٣– تكلم عن مستويات تبلر الصخور النارية. أشرح الفرق بين نسيج الصخور الجوفية والبركانية والمتداخلة؟

١٤– اذكر أسس تقسيم الصخور النارية؟

١٥– اذكر أكثر الصخور النارية الجوفية شيوعاً فى الأرض. أذكر مكوناتها المعدنية ونسيجها؟

١٦– ما هى أكثر الصخور البركانية شيوعاً فى الطبيعة ؟ تكلم عن نسيجها وعلاقتها بظروف تبلرها ؟



١٧– لماذا تتغير الصخور بالتحول ؟ أين يتم ذلك؟

١٨– اذكر أمثلة من الصخور المتحولة بالحرارة والضغط؟

١٩– تكلم عن النسيج المميز للصخور المتحولة؟

٢٠– انظر إلى الشكل السابق ثم أجب عن الأسئلة التالية:

أ– اكتب ما تدل عليه الأرقام؟

ب– ضع عنواناً مناسباً للشكل؟

ج – اكتب التعريف العلمى له؟

د– اشرح العوامل التى تؤدى إلى حدوث هذه الظاهرة الجيولوجية ؟ وما الآثار المترتبة عليها؟

٢١ – اكتب المفهوم العلمى للعبارات الآتية:

أ– عبارة عن فتحة أو شق فى القشرة الأرضية تسمح للصخور المنصهرة والغازات المحبوسة بالخروج إلى سطح الأرض؟

ب– الجما عند خروجها إلى سطح الأرض؟

الباب الرابع

حركة الألواح التكتونية وتوازن قشرة الأرض

الأهـــداف

بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب يصبح الطالب قادرا على أن :-

١- يفسر أسباب اختلاف الظروف البيئية على مدار الزمن الجيولوجي

٢- يذكر العلاقة بين المتغيرات البيئية والتغيرات الوراثية.

٣- يشرح أسباب تكوين طبقات الفحم خلال العصر الكربونى.

٤- يوضح كيفية تكوين رواسب الفوسفات فى سفاجة والقصير.

٥- يقارن بين آثار الفترات المطيرة والفترات الجافة خلال العصر الجليدى الأخير.

٦- يعطى مثال تطبيقى على نظرية التوازن الاستاتيكى.

٧- يذكر الأدلة على حدوث الحركات الأرضية.

٨- يفسر سبب تواجد الصخور الرسوبية البحرية فى قمة أفرست.

٩- يقارن بين الحركات البانية للقارات والحركات البانية للجبال.

١٠- يذكر نظرية الانجراف القارى.

١١- يقارن بين السيال والسيما.

١٢- يفسر سبب زحف القارات.

١٣- يذكر الأدلة على حدوث الانجراف القارى.

١٤- يتعرف أسباب وضع بعض المعادن فى صخور الأرض فى نفس الاتجاه أو وضعها فى اتجاهات مختلفة.

١٥- يثبت حدوث الانجراف القارى ويبرهن على حدوثه.

١٦- يفسر وجود حفريات النباتات البرية الأولية فى قارات مختلفة.

١٧- يفسر تشابه جبال جنوب افريقيا ونظيراتها فى الأرجنتين على ضوء الانجراف القارى.

١٨- يذكر النظرية (الفكرة) المعارضة لنظرية الانجراف القارى.

١٩- ينقد النظرية (الفكرة) المعارضة لنظرية الانجراف القارى.

٢٠- يذكر بنود نظرية الألواح التكتونية.

٢١- يفسر أسباب حركة الألواح التكتونية.

٢٢- يفسر زحزحة القارات ونشأة الزلازل والبراكين على ضوء نظرية الألواح التكتونية.

٢٣- يفسر نشأة المحيطات الأطلسى والهندى.

٢٤- يفسر نشأة البحر الأحمر.

٢٥ - يستخدم الأسلوب العلمى للتفكر فى تفسير ظواهر جيولوجية أخرى.

٢٦- يعرف الزلزال ويفسر سبب حدوثها.

٢٧- يذكر الأنواع المختلفة للزلازل.

٢٨- يذكر الأنواع المختلفة للموجات الزلزالية.

٢٩ - يوضح كيفية تحديد نقطة فوق مركز الزلزال.

٣٠ - يقارن بين شدة الزلزال وقدرة الزلزال.

٣١ - يقدر دور العلماء.

البيئة والتوازن بين الأنشطة الجيولوجية

حركة القارات وسلاسل الجبال

أولا : البيئة والتوازن بين الأنشطة الجيولوجية.

تتباين الظروف البيئية على مدار الزمن الجيولوجى نتيجة لتفاوت مساحة اليابسة إلى المسطح المائى واختلاف التضاريس وانتقال المناطق المناخية من مداراتها نتيجة لزحزحة قطبى الأرض مما يؤثر على المجموعة الحياتية سواء أكانت حيوانية أو نباتية ، وما يترتب على ذلك من هجرات أو تكدس فى مناطق معينة من سطح الأرض وندرتها فى مناطق أخرى وعادة يصاحب تغيير البيئة تغيرات وراثية تؤدى بعد فترة من الزمن إلى ظهور أنواع متطورة أكثر تكيفا للظروف الجديدة.

ومن أمثلة الملائمة البيئية للكائنات :

• كثافة الغطاء النباتى خلال العصر الكربونى (٣٠٠ مليون سنة) وما ترتب على ذلك من تراكم المواد العضوية النباتية بكميات كبيرة أدت إلى تكون طبقات الفحم الذى اشتهر بها ذلك العصر وكان ازدهار الغطاء النباتى نتيجة لظروف مناخية دافئة ورطبة وسهول منبسطة ذات تربة غنية بالعناصر اللازمة لغذاء النبات أن تهيأت الفرصة لتحول تلك البقايا النباتية إلى طبقات من الفحم تتفاوت جودتها باختلاف درجة تحولها. (من أمثلة ذلك طبقات الفحم المتواجدة بمنطقة بدعه وثورا جنوب غرب سيناء) .

• طبقات الملح الصخرى التى تراكمت خلال العصر البرمى (٢٥٠ مليون سنة) فى وسط أوروبا تمثل ظروف بيئية مختلفة عن سابقتها تميزت بانتشار أحواض ترسيبية ذات امتداد كبير ، وعمق قليل تتصل بماء المحيط أحيانا ثم تنفصل عنه لمرات عديدة مما أتاح الفرصة لتركيز الأملاح وترسيبها فى صورة طبقات نتيجة عمليات البخر لارتفاع درجات الحرارة .

• ومن أمثلة تكدس الكائنات فى ظروف بيئية معينة تراكم رواسب الفوسفات التى تتكون من بقايا الحيوانات الفقارية البحرية التى عاشت أبان العصر الطباشيرى العلوى (٩٠ مليون سنة) فى منطقة شمال أفريقيا حيث سادت حرارة معتدلة وظروف بحرية ضحلة ذات ملوحة عادية مما ترتب عليه انتشار تلك الرواسب ذات القيمة الاقتصادية ومن أمثلتها فى مصر صخور الفوسفات المتواجدة بالقرب من ساحل البحر الأحمر فى سفاجا والقصير وفى وادى النيل (السباعية) والوادى الجديد (أبو طرطور).

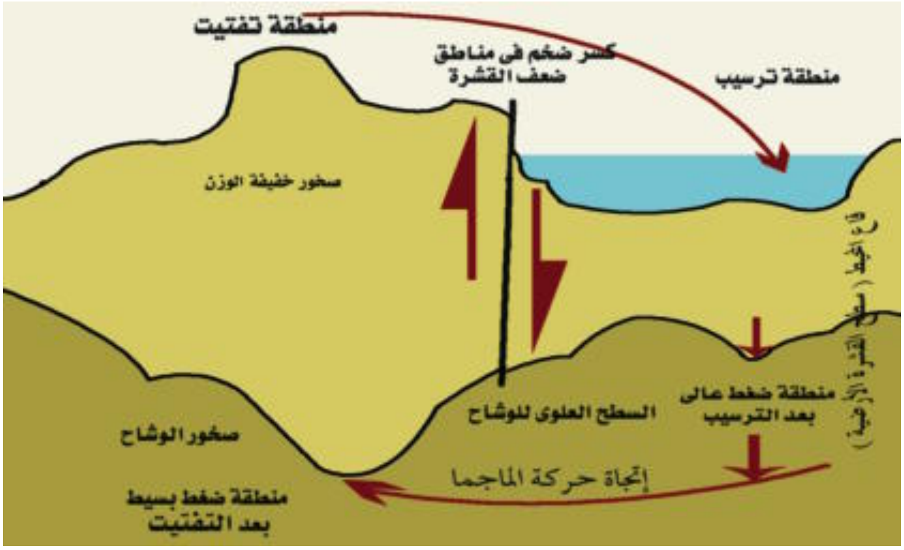
• ومن الأمثلة المألوفة لنا جميعا تغير الظروف البيئية خلال العصر الجليدى (منذ حوالى مليون سنة مضت) وما ترتب على ذلك من تقدم هذا الغطاء الجليدى جنوبا فى نصف الكرة الشمالى

مكونة الفترات الجليدية وما واكبها من فترات غزيرة الأمطار (الفترات المطيرة) بالمناطق الجنوبية من نصف الكرة الشمالى، وعند تراجع ذلك الغطاء شمالا خلال الفترات بين الجليدية، فإنها تسببت فى تواجد فترات جافة بنفس المناطق المشار إليها آنفا نشأ عنها ظروف بيئية نتيجة انخفاض وارتفاع البحر مما أثر على ازدهار وكثافة الغطاء النباتى خلال الفترات المطيرة وتكاثر المجموعة الحيوانية التى تتغذى عليه وتدهورت خلال الفترات الجافة مما سبب تضاؤل المجموعة الحيوانية تبعاً لذلك .

وقد استمرت تلك الدورات منذ بداية العصر الجليدى وانتهت منذ أكثر من عشرين ألف سنة مضت ربت ونمت التربة خلالها خاصة بالمناطق الشمالية من الصحراء الكبرى فى أفريقيا وكونت مزارع ذات إنتاج وفير لخير ورفاهية الجنس البشرى.

توازن قشرة الأرض وعلاقتها ببعض الكوارث الطبيعية

أثبتت الدراسات الجيوفيزيقية التى أجراها البروفيسور (إيري) على سلاسل الجبال المنتشرة بالقشرة الأرضية وهى الحاوية على صخور خفيفة الوزن نسبياً بكثافة متوسطة تقدر بحوالى (٢,٨) جم / سم٣ فى حالة توازن مع ما يجاورها من سهول ومنخفضات وذلك لوجود جذور (Root) لهذه الجبال تغوص فى صخور الوشاح العالية الكثافة تحتها لمسافة تصل إلى أربعة أمثال ارتفاع هذه الجبال. وهذه الحالة من التوازن تتفق تماما مع العديد من الظواهر الجيولوجية التى نشاهدها نتيجة لعوامل التعرية المختلفة وحدوث بعض الزلازل المدمرة بالنطاقات المحصورة بين السلاسل الجبلية والمنخفضات التى حولها.



توازن القشرة الأرضية

فنتيجة لعوامل التعرية المختلفة تتفتت صخور قمم الجبال والهضاب وتنقل بعيدا مما يترتب عليه خِفة وزن الجبال ونقص ضغطها المؤثر على الطبقات الصخرية أسفلها فى حين يزداد الضغط بالمناطق التى نقلت إليها المواد المفتتة نتيجة عمليات الترسيب ، الأمر الذى ينشأ عنه سريان تدريجى للمواد الخفيفة من الصخور المائعة (الصهارة) والغنية بمعادن الفلسبار والكوارتز المكونة للجرانيت أعلى نطاق الوشاح من أسفل منطقة الترسيب إلى قاع منطقة التفتيت وبذلك ترتفع الجبال والهضاب وتستعيد القشرة توازنها من جديد ، وخير مثال لذلك تدفق نهر النيل قبل عام ١٩٦٤ (آخر فيضان شهده النهر) حيث كان يجلب ما يزيد على ١٠٠ مليون طن سنويا من الرمال والغرين والطين أثناء فيضانه خلال شهرى أغسطس وسبتمبر من كل عام وكون دلتاه عبر ملايين السنين من خلال سبعة أفرع له فى الماضى اختزلت إلى فرعيه الرئيسين الحاليين وهما دمياط ورشيد ونتيجة لهذه الكميات الهائلة من الرواسب وثقلها الفائق وضغطها المتزايد بمنطقة الدلتا وشمالا فيما يسمى بمخروط الدلتا الذى يمتد لأكثر من عشرة كيلومترات داخل البحر المتوسط واستمرار ترسبها حاليا جنوب السد العالى بأسوان فإن الصخور المائعة (الصهارة) تنساب تدريجيا فى اتجاه الجنوب لتعوض ما نقل من الرواسب من هضاب الحبشة وأفريقيا الاستوائية لتبقى القشرة فى حالة اتزان واستقرار.

الحركات الأرضية وأثرها على الصخور :

تعرضت الأرض خلال تاريخها الطويل منذ نشأتها (٤٦٠٠ مليون سنة مضت) إلى العديد من الحركات المختلفة مما أدى إلى تغيير فى أشكال وأوضاع كتل اليابسة وكذلك فى مساحات البحار والمحيطات خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة ، كما أثرت على نمط الحياة التى سادت وازدهرت فيها.

الشواهد التى تعكس حدوث حركات أرضية :

- وجود صخور رسوبية من أصل بحرى تراكمت تحت سطح البحر ووجودها الآن فى أعلى قمم الجبال والهضاب الصخرية كما فى جبال الهيمالايا (قمة أفرست على ارتفاع ٨٨٤٠ متر من سطح البحر) أو قاع البحر الميت (٧٦٢ متر تحت سطح البحر) .
- وجود طبقات الفحم على أعماق كبيرة تحت مستوى سطح البحر وهى فى الأصل بقايا نباتية نمت وازدهرت على سطح الأرض أعلى من منسوب سطح البحر .
- وجود طبقات الفوسفات فى بعض الأقاليم أعلى بكثير من مستوى سطح البحر وهى فى الأصل بقايا حيوانات فقارية كانت تعيش فى بيئة ضحلة من الوسط البحرى .

• وجود الشعاب المرجانية فى أماكن مرتفعة فوق سطح البحر وهى كانت ومازالت تنمو على هيئة مستعمرات على الرصيف القارى بالمنطقة الساحلية أى فى بيئة بحرية دافئة ذات طاقة عالية ومياه صافية وملوحة مرتفعة متأثرة بإضاءة شديدة وغنية بالمواد العضوية .

• ومن الأمثلة الحديثة لهبوط الأرض وجود بقايا بعض المعابد الرومانية غارقة بمياه الإسكندرية ، كذلك العديد من القرى ومراكز المراقبة الساحلية بشمال الدلتا وقد غمرتها مياه البحر.

وتنقسم الحركات الأرضية إلى قسمين رئيسيين هما :

١- الحركات البانية للقارات Eperiogenic Movements:

مشتقة من أصل لاتينى Epeiros = Continent وهى حركات بطيئة تستمر لأزمنة جيولوجية متعاقبة وتؤثر على أجزاء كبيرة من القارة أو قاع البحر وتؤدى إلى ارتفاع أو هبوط الصخور الرسوبية دون أن تشكلها بالطى العنيف أو التصدع إنما تظهر الطبقات أفقية أو فى صورة طيات منبسطة فوق سطح البحر.

وهذا النوع من الحركات الأرضية يلعب دوراً مهما فى توزيع وعلاقة القارات والمحيطات فى الأزمنة الجيولوجية المختلفة .

ومن أمثلة ذلك النوع من الحركات نشأة الأخدود العظيم لنهر كلورادو بأمريكا الشمالية. حيث تظهر الرواسب البحرية على جدارى الأخدود على ارتفاع يبلغ (١٥٨٠ متراً) فوق سطح البحر أفقية كما كانت فى حالتها الأولى عند الترسيب. وهذا يعنى أن مساحة كبيرة من سطح الأرض ارتفعت بقدر كبير دون أن تتعرض لأى تشوه خلال عملية الرفع التى استمرت بشكل بطيء وتدريجى لفترة زمنية طويلة.

٢- الحركات البانية لسلاسل الجبال Orogenic Movements

وهذه أيضاً مشتقة من الأصل اللاتينى (Oros=Mountain) وهى حركات سريعة مقارنة بالحركات البانية للقارات ومؤثرة على شكل الطبقات حيث تتعرض لعمليات الطى العنيف والخسف الشديد وذلك بواسطة فوالق ذات ميول قليلة وإزاحة جانبية

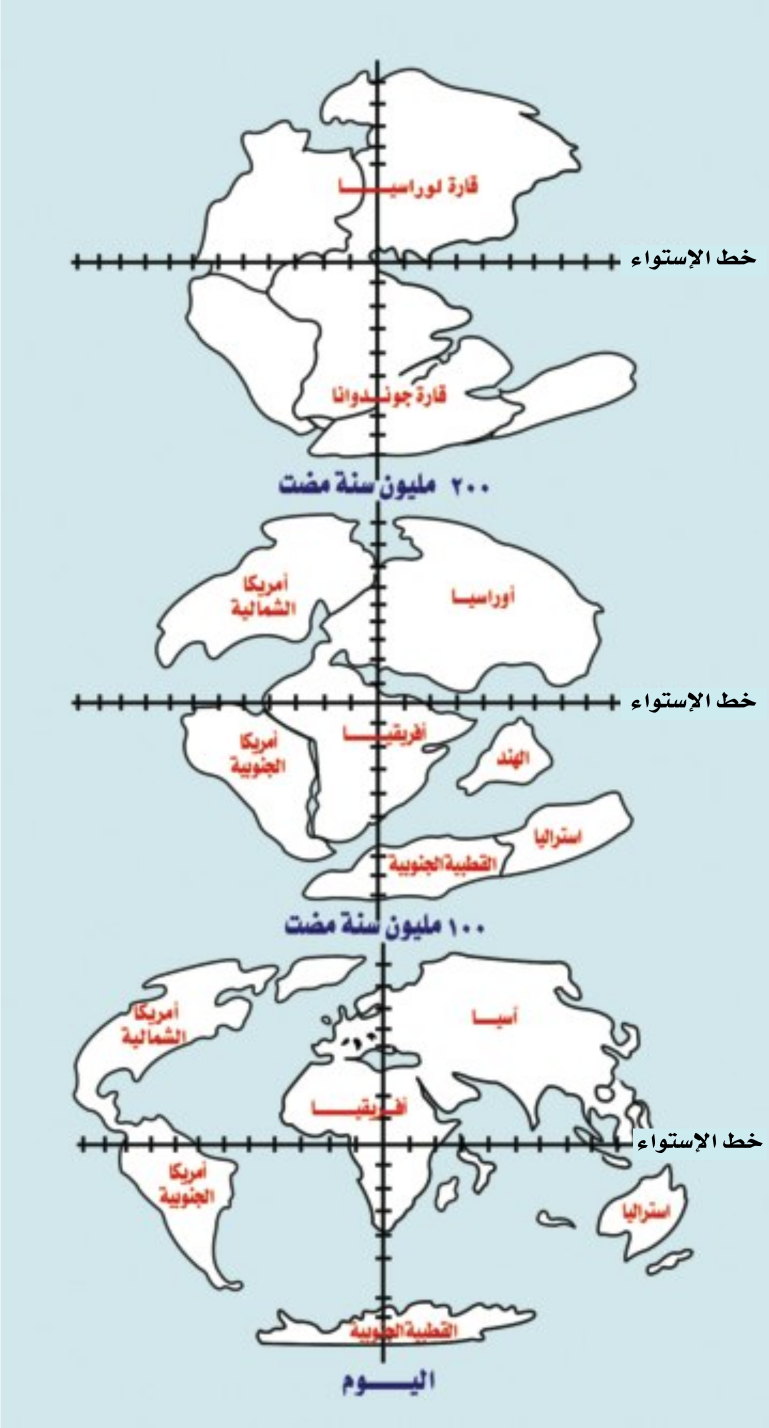
كبيرة وعادة ما يظهر أثر تلك الحركات على نطق ضيقة تمتد لمسافات طويلة على صخور القشرة حيث تتراكم الرواسب فوق بعضها لتشغل حيزا محدوداً بعد أن كانت منبسطة على مساحات شاسعة وتنتج عنها سلاسل من الجبال ذات امتداد اقليمى.

ومن أمثلتها سلاسل جبال أطلس بشمال أفريقيا (تشمل أقطار تونس والجزائر والمغرب) وسلاسل جبال الألب بوسط أوروبا (تشمل أقطار فرنسا ، سويسرا ، إيطاليا ، النمسا ، المجر) وسلاسل جبال الهيمالايا شمال الهند وسلاسل الجبال الممتدة بشمال مصر فى قبة المغارة بشمال سيناء إلى الواحات البحرية بالصحراء الغربية مروراً بمناطق شبراويت وأبو رواش غرب القاهرة .

ومن الملاحظ أن الصهارة تنشط خلال تشوه صخور القشرة بتلك الحركات وتصعد من الأعماق عبر الفوالق السحيقة الناجمة من عمليات الطى والتصدع حيث تبرد وتتجمد مكونة صخور نارية متداخلة بين طبقات الصخور السطحية أو قاطعة لها وربما تستمر فى الاندفاع والصعود إلى سطح الأرض وتظهر فى صورة براكين تقذف بحممها وغازاتها مكونة الخاريط البركانية دقيقة التبلور وقد تنساب اللافا حاملة معها ما يعترضها من كتل الصخر حتى تبرد وتستقر بالمناطق المنخفضة حول المخروط البركانى.

ثانياً : حركة القارات ونظرية الألواح التكتونية

إن التشابه الكبير بين تعرجات الشاطئ الشرقى لشمال وجنوب أمريكا وتعرجات الشاطئ الغربى لأوروبا وأفريقيا كما لو كانا قطعة واحدة وتمزقت وكذلك التشابه العجيب بين صخور القارات المختلفة وبقايا الحياة القديمة عليها قد لفت نظر العديد من العلماء مما أوعز لعالم الأرصاد الألمانى الفريد فيجنر عام ١٩٢٢ إلى أن يتقدم بنظريته القائلة أن القارات جميعها كانت منذ القدم كتلة واحدة عملاقة تسمى أم القارات (Pangaea) مكونة من صخور السيال هو الوشاح الخارجى من القشرة وصخوره غنية



نظرية حركة القارات

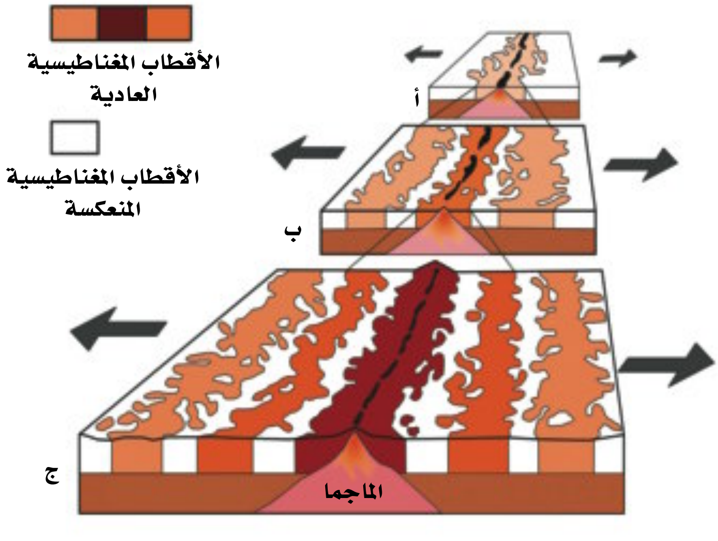
بمادة السيليكا (حوالى ٧٠ ٪) والألومنيوم وهى السائدة فى جسم القارات فوق صخور السيما هى الوشاح أسفل السيال وصخورها تقل فيها نسبة السيليكا (حوالى ٤٥٪) ولكنها هى السائدة ويليها الماغنسيوم هذه تكون قيعان المحيطات وتمتد تحت القارات إلى أعماق كبيرة خلال حقب الحياة القديمة وبدأت أم القارات فى الانفصال إلى أجزاء متباعدة عن بعضها منذ حقب الحياة المتوسطة من حوالى ٢٢٠ مليون سنة إلى أن أخذت أوضاعها الحالية اثناء زمن البليستوسين . وفيما بعد نسب فيجنر هذا الزحف القارى إلى التيارات الناقلة للحرارة فى السيما وأشار إلى أن لهذه التيارات قدرة هائلة على تجعد القشرة وتصدعها مما سبب اختلافا كبيرا فى تضاريس السطح خاصة على حواف القارات الكبيرة مثل أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وأفريقيا واستراليا حيث ارتفعت سلاسل الجبال بفعل الزحزحة او الانجراف القارى .

الشواهد المؤيدة لنظرية الانجراف القارى :

عندما افصح فيجنر عن نظريته ثار جدل لما يزيد عن خمسين عاما إلا أن الأمثلة التى ساقها والحجج التى استشهد بها هدأت من عنف معارضيه نسبيا والبراهين التى قدمها فيجنر لتدعيم نظريته ما يلى :

(١) المغناطيسية القديمة : هى مغناطيسية الصخور التى تحتوى على معادن قابلة للمغنطة مثل أكاسيد الحديد والتى تتأثر بالمجال المغناطيسى للأرض أثناء تكون تلك الصخور، حيث أن بعض المعادن المغناطيسية فى الصخور تظهر تشابها فى اتجاه وشدة المجال المغناطيسى عند تكوينها وتعطى شواهد على سلوك المجال المغناطيسى للأرض فى العصور المختلفة. وبقياس اتجاه المجال المغناطيسى ودرجة ميله (انحرافه) يمكن تعيين موقع القطب المغناطيسى للأرض وقت تكون الصخر.

وعند إجراء دراسة على بعض المعادن وآثارها المغناطيسية فى مجموعة من الصخور الرسوبية أو النارية التى



المغناطيسية القديمة

مطابع هاى ستاندرد

تكونت أثناء فترات زمنية مختلفة أمكن تعيين الأقطاب المغناطيسية لكل قارة على حدة خلال العصور الجيولوجية المختلفة وظهر جلياً اختلاف وضع الأقطاب المغناطيسية وتغيرها خلال الزمن الجيولوجي كما يتضح ذلك أيضاً عند دراسة حيد وسط المحيط حيث تتماثل تغيرات المغناطيسية للأشرطة على جانبي الحيد كما يظهر في الشكل مما يدل على حدوث انجراف قاري.

(٢) المناخ القديم : تنتظم الأحزمة المناخية المختلفة في نطق متوازية تمتد من الشرق إلى الغرب وتتدرج من المناخ الاستوائي الى المدارى (الصحراوي) إلى المعتدل (منطقة المراعي أو الأعشاب) ثم منطقة الغابات متساقطة الأوراق ثم الغابات الصنوبرية ثم المناخ المتجمد القطبي. وبدراسة السجل الجيولوجي نستدل على الزحف القارى من خلال:

أ - دراسة المتبخرات القديمة وهي رواسب ملحية تراكمت على هيئة طبقات نتيجة تبخر المحاليل الحاوية على تلك الأملاح في مناطق مناخية جافة قاحلة حيث توجد حاليا في مناطق شديدة البرودة شمال أوربا وكندا

ب - ومن دراسة أحافير شعاب مرجانية وفحم وهي لا تتواجد إلا في بيئة مدارية و استوائية على الترتيب ووجودها حاليا قرب المنطقة القطبية مما يدل على أن هذه المناطق كانت في بيئة مختلفة عن وضعها الحالي.

(٣) مثالج حقب الحياة القديمة المتأخر :

تظهر في نصف الكرة الجنوبي مجموعة من الصخور تؤرخ من نهاية حقب الحياة القديمة إلى العصر الطباشيري وتتشابه فيما بينها بشكل مثير رغم انتشارها في قارات مختلفة مثل جنوب أمريكا جزر الفوكلاند جنوب أفريقيا الهند استراليا والقارة القطبية وقد فسرت الظاهرة إلى وجود قارة عظيمة في الماضي ذات مساحة هائلة اطلق عليها أرض جوندوانا ومع ملاحظة توزيع رواسب الثلاجات على كتل اليابس بجنوب القارات سالفة الذكر يبدو جليا ان حركة الانجراف قارى لعبت دورا في التوزيع الجغرافي لتلك الأقطار الجنوبية خاصة وان الغطاء الجليدى وما نتج عنه من رسوبيات بكل من أمريكا الجنوبية وإفريقيا متشابهة تماما يؤكد ان القارتين كانتا كتلة واحدة في الماضي وانفصلت إلى جزئين وتحرك كل جزء بعيدا عن الآخر

(٤) الأحافير الحيوانية والنباتية : توجد أحافير بعض الزواحف من جنس واحد ولا تستطيع خوض المحيطات منحصرة في صخور القارات الجنوبية فقط . كذلك أحافير أوراق وبذور نباتات أولية برية في القارات الجنوبية والهند ويدل ذلك على الاتصال بين هذه القارات بعضها البعض.

(٥) البناء الجيولوجي للقارات : التراكيب الجيولوجية يكمل بعضها البعض ويكون امتدادا متناسقا واستمرارا متكاملا مما يرجح أن تلك الجبال كانت متصلة وتباعدت عن بعضها البعض. ومن أمثلة ذلك التشابه والربط بين جبال جنوب افريقيا ونظيراتها فى الارجنتين إلى الغرب وسلسلة جبال غرب استراليا إلى الشرق وكذلك الشاطئ الغربى لأفريقيا مع الشاطئ الشرقى لأمريكا الجنوبية

النظرية (الفكرة) المعارضة لنظرية الانجراف القارى :

يطرح المعارضون لنظرية زحزحة القارات فكرتهم القائلة ان القارة الجنوبية العظمى كانت كتلة واحدة ممتدة من أمريكا الجنوبية إلى استراليا متضمنة كل من جنوب افريقيا والهند وبنهاية حقب الحياة القديمة غمرت مياه المحيطات أجزاء كبيرة من تلك القارة وأغرقتها تاركة خلفها قطعا من اليابس مكونة القارات الحالية وشبه القارة الهندية ويرجحون أن تلك القارات كانت متصلة بواسطة ممرات ضيقة من اليابسة على هيئة كبارى تربط بعضها البعض وبعد غزو البحر لها وإغراقها أخذت وضعها وتوزيعها الجغرافى الحالى

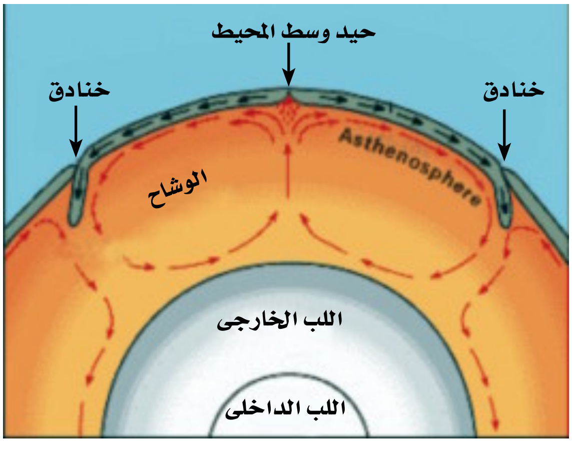
غير ان دراسة قاع المحيطات الجنوبية من خلال عمليات الحفر العميق نفت وجود أى أثر لطبقة السيال خفيفة الوزن المكونة للممرات الضيقة غارقة تحت الماء . واعتمادا على الدراسات الحديثة وخاصة قياسات المغناطيسية القديمة قدمت بيانات ومعلومات جديدة لدعم نظرية الزحزحة وأصبحت مقبولة بين الأوساط العلمية فى نصف الكرة الشمالى بعد أن كانت قاصرة على نصفها الجنوبى فقط ..

وسواء أكانت تلك النظرية صحيحة او مشكوك فيها فيبقى السؤال دائم وملح هو :

ما سبب تلك الزحزحة القارية ؟

نظرية تكتونية الألواح:

تقدم بهذه النظرية العلماء إيزاكس – اوليفر – سايكس سنة ١٩٦٨ وأعقبها العديد من الدراسات وتعتمد أساسا على افتراض أن سطح الأرض مكون من عدة ألواح كبيرة إما محيطية أو قارية أو كلاهما معا تبلغ حوالى ١٠٠ كم فى السمك تقع حدود

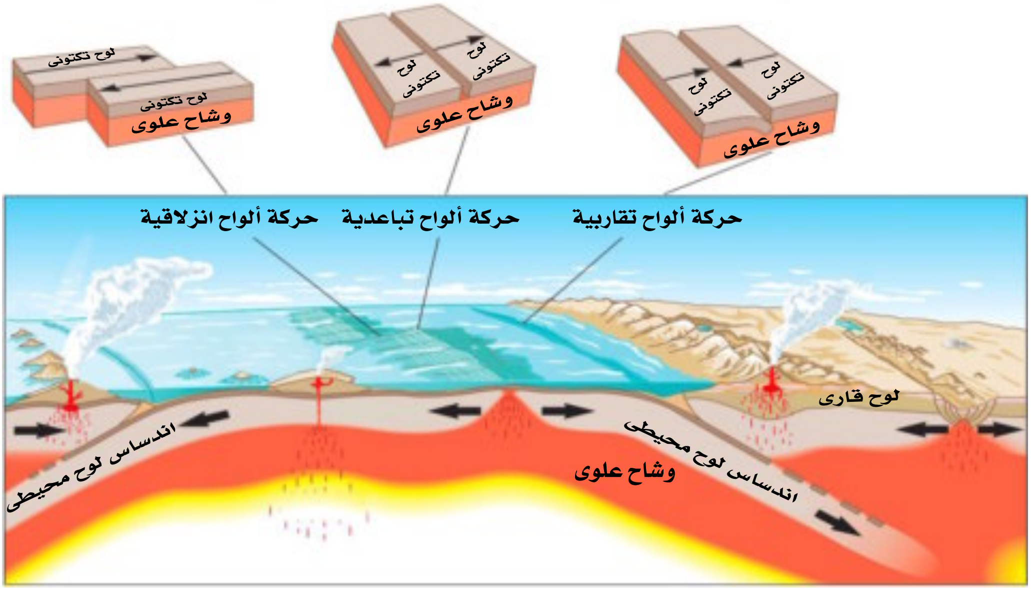


تكوين حيد وسط المحيط

هذه الألواح عند أغوار (شقوق) بحرية عميقة أو تشققات عميقة أو سلاسل جبال عالية وهذه الألواح تتحرك حركة دائبة بسرعة بطيئة غير محسوسة نتيجة وجود تيارات الحمل الدورانية فينتج عنها معظم الظواهر البنائية الضخمة بالقشرة الأرضية .

تتكون قيعان البحار والمحيطات من صخور بازلتية ثقيلة (أعلى كثافة) وتسمى السيما بينما تتكون القارات من صخور جرانيتية خفيفة (أقل كثافة) وتسمى السيال لذلك فإن الألواح المحيطية تنزلق أسفل القارية ثم تنصهر فى الوشاح عندما تحركها تيارات الحمل وهناك ثلاثة أنواع من الحركة هى تباعديه وتقاربيه وانزلاقيه (تطاحنيه) وندرسها بالتفصيل :

١- الحركة التباعدية للألواح :- وتسمى الحركة البنائية وهى تنشأ من قوى شد حيث يتحرك لوح مبتعداً عن لوح آخر كما فى حيد وسط المحيط الأطلنطى وكذلك فى البحر الأحمر حيث يبتعد اللوح العربى عن اللوح الأفريقى وبذلك يتكون لوح محيطى جديد بين قارتين كما فى البحر الأحمر أو بين عدة قارات كما فى المحيطين الهندى والأطلنطى

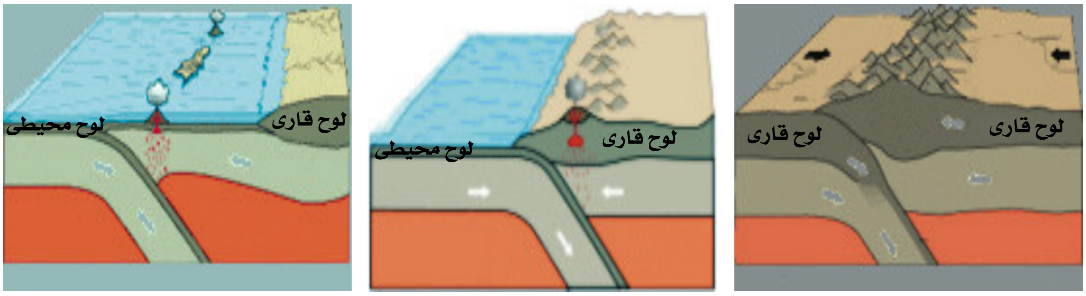


حركة الألواح التكتونية

٢- الحركة التقاربية للألواح :- وتسمى الحركة الهدامة وتنشأ عند تحرك لوحين باتجاه بعضهما فيلتقيان ويتصادمان معا وقد تكون الحركة بين لوحين قاريين حيث يؤدى هذا التصادم إلى تكوين سلاسل جبلية ضخمة مثل الهيمالايا أو تكون الحركة بين لوحين محيطيين ينزلق أحدهما تحت الآخر فيتكون أغوار بحرية عميقة كما تنشأ قوس جزر بركانية أما إذا كانت الحركة بين لوحين

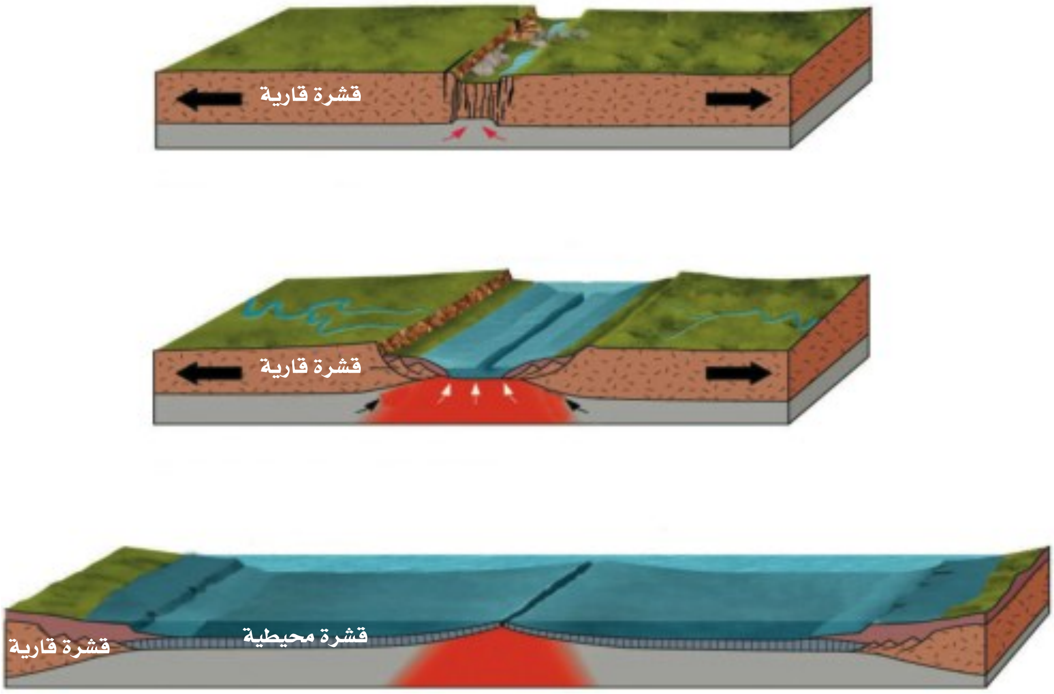
أحدهما قارى والآخر محيطى حيث الاختلاف بين كثافة اللوحين فيغوص اللوح المحيطى أسفل اللوح القارى فى طبقة الوشاح وينصهر كلياً وتكون سلاسل جبال مثل جبال الأنديز فى أمريكا الجنوبية كما يظهر ذلك أيضا فى البحر المتوسط

٣- **الحركة الانزلاقيه للألواح :-** تنشأ من حركة حافة لوح على حافة لوح آخر مكونة صدوع انتقالية عمودية مسببة تكسيرا أو تشوها وقد ينتج عنها براكين وزلازل. مثل صدع سان أندرياس ويظهر أيضا فى خليج العقبة



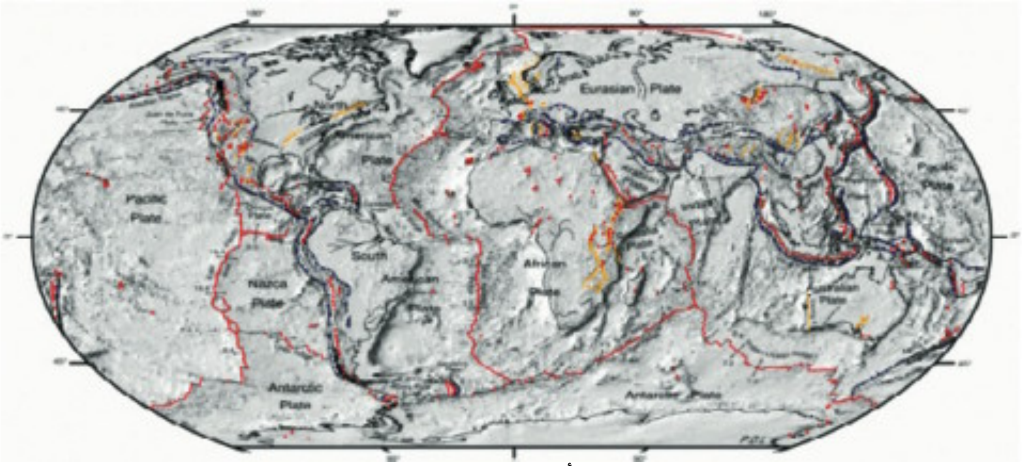
أنواع حركة الألواح التكتونية

أسباب حركة الألواح التكتونية : تحدث الحركة بسبب تباين توزيع الحرارة فى الوشاح فتتكون تيارات حمل دورانية فى الصهارة الموجودة فى الطبقة العليا من الوشاح وهى نوعان هابطة تسبب تكوين أغوار عميقة وصاعدة تسبب تكوين حيد وسط المحيط.



تكوين الأغوار وحيد وسط المحيط

من دراسة وتسجيل مراكز الزلازل على خريطة العالم أمكن تحديد سبعة ألواح تكتونية كبيرة هى اللوح الافريقى ، اللوح الأسيوأوروبى ، اللوح الأمريكى الشمالى واللوح الأمريكى الجنوبى ،اللوح الهادى ، اللوح الاسترالى ، القطبى الجنوبى بالإضافة إلى العديد من الألواح الصغيرة وجميعها فى حركة بطيئة.



الألواح التكتونية

وقد تتفتق القارة وينشأ حوض محيطى بالتدريج وببطء شديد كما يحدث حاليا بالقارة الأفريقية حيث نشأ البحر الأحمر وتستمر جوانبه فى الازاحة بمعدل بطئ يقدر بـ ٢,٥ سم كل سنة وكما حدث بقارة جندوانا فى الماضى فنشأ عنها المحيط الأطلسى والمحيط الهندى مما سبق يتضح ان استعمال تعبير زحزحة القارة واتساع قاع البحر لا يكفى لاحتواء كافة المصطلحات المتعلقة بالتكتونية الأرضية الحديثة .

الزلازل

الزلزال : عبارة عن طاقة فى باطن الأرض حبيسة تخرج على هيئة هزات أرضية سريعة متتالية تحدث الواحدة تلو الأخرى تنتاب القشرة الأرضية وقد تسبب دمارا شديدا أو تكون هذه الهزات على درجة من الضعف بحيث لا يشعر بها الإنسان .

ومن أمثلة الزلازل التى حدثت مؤخراً وكان لها تأثير واضح :

الزلزال الذى ضرب مصر فى ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ وأدى إلى تدمير الآلاف من المبانى وقتل حوالى ٦٠٠ إنسان. الزلازل البحرية (التسونامى) التى فوجئت بها أخيرا العديد من الدول الآسيوية المطلة على المحيط الهندى فى ٢٦ ديسمبر سنة ٢٠٠٤ وقتلت عشرات الآلاف من البشر ودمرت القرى والمدن الساحلية فى اندونيسيا والفلبين والهند ودول أخرى والزلزال الذى ضرب اليابان سنة ٢٠١١ وأدى إلى حدوث كوارث.

أنواع الزلازل :

١- زلازل بركانية: ويرتبط حدوثها بالنشاط البركانى وهى فى الواقع هزات محلية لا يمتد تأثيرها فى مساحات كبيرة .

٢- زلازل تكتونية: وتحدث فى المناطق التى تتعرض فيها الصخور للتصدع نتيجة لحركة الألواح التكتونية غالبا وهذا هو النوع الشائع كثير الحدوث .

٣- زلازل بلوتونية : ويوجد مركزها على عمق سحيق من الأرض يصل إلى أكثر من ٥٠٠ كم تحت سطح الأرض

أهم الأسباب فى حدوث الزلازل : هو انكسار الكتل الصخرية انكسارا مفاجئا نتيجة لتعرضها لضغط شديد أو عملية شد لا تقوى الصخور على تحملها فتنكسر وتتحرر طاقة الوضع الهائلة التى كانت بها وتتحول إلى طاقة حركة .

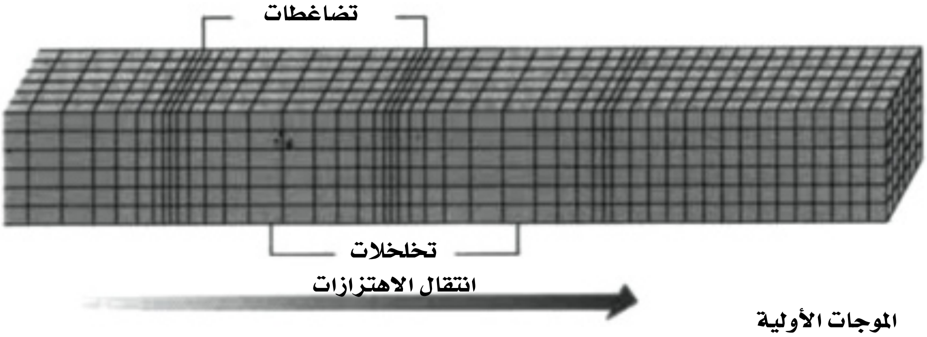
وتنتقل هذه الطاقة من مركز الزلزال على شكل موجات زلزالية تنتشر إلى مسافات شاسعة أثناء انتقالها تعمل على اهتزاز الصخور التى تمر بها حتى تصل إلى سطح الأرض فتعمل على اهتزاز كل ما عليها من منشآت مما يؤدى إلى تصدعها أو دمارها ويكون الاضطراب أقوى ما يمكن فى المنطقة التى تقع مباشرة فوق مركز الزلزال وتسمى هذه المنطقة بمنطقة فوق المركز أو فوق بؤرة الزلزال وتتناقص شدة الاضطراب الميكانيكى بسرعة خارج هذه المنطقة ويتم تسجيل الزلزال بجهاز يسمى السيزموجراف .

الموجات الزلزالية :

وهى نوعان موجات داخلية (تنقسم إلى أولية وثانوية) وموجات سطحية

أولا : الموجات الداخلية :

١- الموجات الأولية : وهى موجات طولية (ابتدائية) سريعة جدا وهى أول ما يصل إلى الآت الرصد الزلزالية وهى تنتشر خلال الأجسام الصلبة والسائلة والغازية.

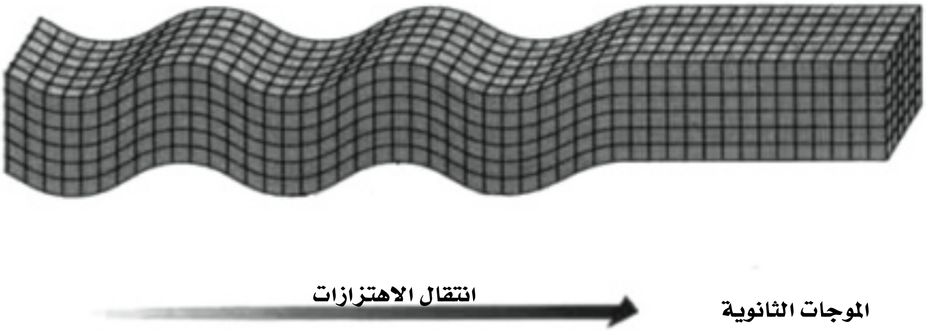


الموجات الأولية

مطابع هاى ستاندرد

٢- الموجات الثانوية : وهى موجات اهتزازية مستعرضة أبطأ فى السرعة من الموجات الأولية وهى لا تمر خلال السوائل أو الغازات أى أنها تنتقل خلال الأجسام الصلبة فقط.

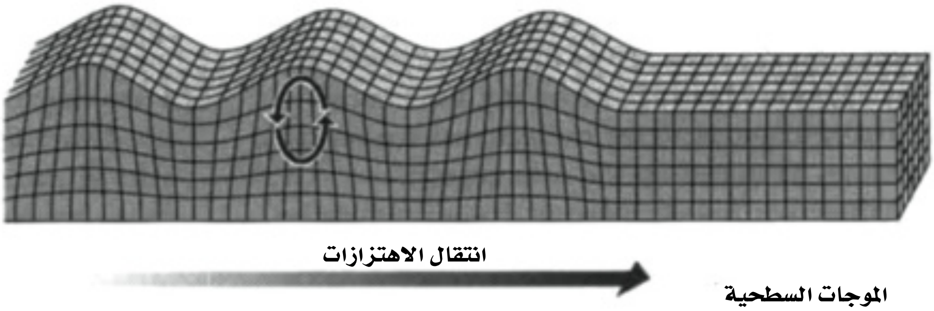
بدراسة هذه الموجات الداخلية تعرف العلماء على التركيب الداخلى للأرض ويمكن تحديد مركز الزلزال.



الموجات الثانوية

ثانياً : الموجات السطحية :

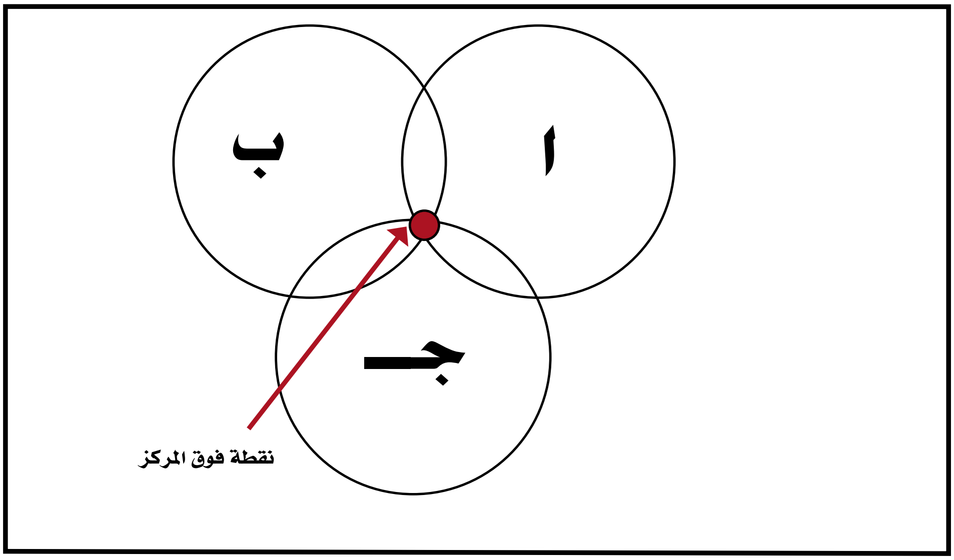
وتسمى بالموجات الطويلة وهى موجات معقدة ذات سعة كبيرة تنتقل قرب سطح الأرض وتتولد من الطاقة الناتجة عن الموجات الأولية والثانوية وهى آخر الموجات وصولا لأجهزة الرصد ويعزى إليها الدمار الشامل.



الموجات السطحية

تحديد نقطة فوق المركز

يتم ذلك بالتعاون بين ثلاث محطات لرصد الزلازل (أ ، ب ، ج) حيث تسجل كل محطة أزمنة الوصول النسبية لأنواع الموجات الثلاث ومع معرفة سرعة الموجات وزمن وصولها نستطيع تحديد المسافة بين محطة الرصد والمركز السطحى للزلزال ثم ترسم ثلاث دوائر على خريطة على أن تكون كل محطة رصد من هذه المحطات الثلاث هى مركز الدائرة وتكون النقطة التى تتقاطع عندها الدوائر الثلاث هى نقطة فوق المركز.



تحديد نقطة فوق المركز

قياس شدة الزلازل :

شدة الزلزال (Earthquake Intensity) هى قياس نوعى لنوعية الدمار الناتج عن زلزال ما بالإضافة إلى طريقة رد فعل الناس به وأكثر مقاييس الشدة استخداما فى الولايات المتحدة والعالم هو مقياس ميركالى المعدل سنة ١٩٣١ وهو مقياس مقسم إلى إثنى عشر قسم تتراوح فيه الزلازل بين تلك التى لا يشعر بها الناس والزلازل التى تسبب دمارا شاملا

مقياس ريختر لتقدير الزلازل :

عند مقارنة الزلازل كميا فإننا يجب أن نستخدم مقياسا أكثر دقة من مقياس ميركالى يعتمد على تقدير كمية الطاقة المنطلقة ولقد قام تشارلز ريختر عام ١٩٣٥ باستحداث هذا المقياس يقيس مقياس ريختر قدر الزلازل (Earthquake Magnitude) أى الكمية الكلية للطاقة المنطلقة عن مصدر هذا الزلزال هذا المقياس برقم (١) ولقد بلغ قدر أقوى زلزال حتى الآن حوالى ٨,٩ على مقياس ريختر.

أسئلة

١ - ماذا يقصد بخاصية التوازن الأيزوستاتيكى لصخور القشرة الأرضية؟

٢- أذكر مثالا للحركات البانية للقارات وآخر للحركات البانية للجبال وما تأثير كل منها على الصخور؟

٣- ما هى الظروف البيئية التى تؤدى إلى ازدهار الغطاء النباتى وما هى الرواسب الاقتصادية المترتبة على ذلك؟

٤- تكلم بإيجاز عن نشأة نظرية الزحزحة القارية والشواهد المؤيدة لها؟

٥- ما المقصود بعبارة (لوح تكتونى) وكيف ينشأ وما تأثيره على شكل واستقرار القشرة الأرضية؟

٦- ما هو الزلزال؟

٧- اكتب باختصار عن: الزلازل البحرية - بؤرة الزالزل - مقياس ريختر؟

٨- كيف يمكن تحديد نقطة فوق المركز للزلزال.

٩-استبدل بالمفهوم العلمى:

أ- زلازل يتواجد مراكزها على عمق سحيق من الأرض.

ب- هزات أرضية سريعة متتالية تحدث الواحدة تلو الأخرى وقد تسبب دمارا شديدا.

جـ - موجات سريعة جدا وهى أول من يصل إلى آلات الرصد الزالزالية.

١٠- علل:

أ - وجود طبقات من الملح الصخرى فى وسط أوروبا فى طبقات العصر البرمى.

ب - وجود طبقات فوسفاتية على اليابسة.

جـ - نمو الشعب المرجانية فى البحر الأحمر وعدم وجودها فى البحر المتوسط.

د - تكوين الأخدود العظيم لنهر كلورادو وسلاسل جبال الألب.

١١- قارن بين:

- صخور السيما وصخور السيال.
- الحركات البانية للجبال والحركات البانية للقارات.
- الموجات الزلزالية الأولية والموجات الزلزالية الثانوية.

الباب الخامس

التوازن فى الحركة بين الماء والهواء واليابس

الأهـــداف

بعد الانتهاء من هذا الباب يصبح الطالب قادراً على أن:

١- يفسر عدم الثبات الظاهرى لتضاريس الأرض.

٢- يقارن بين القوى الداخلية، والقوى الخارجية المؤثرة على الصخور .

٣- يوضح مفهو م التعرية.

٤- يشرح الخطوات التى تتضمنها عملية التعرية.

٥- يوضح مفهوم التجوية.

٦- يشرح العوامل التى تؤثر على التجوية الميكانيكية.

٧- يقارن بين التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية.

٨- يشرح أثر التجوية الكيميائية على الجرانيت.

٩- يقارن بين العمل الهدمى والعمل البنائى للرياح.

١٠- يتعرف على النحت المتباين وتكوين المصاطب.

١١- يوضح العمل الهدمى للأمطار .

١٢- يشرح المقصود بالسيول. وأن يقارن بين العمل الهدمى والعمل البنائى للسيول.

١٣- يذكر تعريف النهر والمراحل التى تمر بها الأنهار.

١٤- يقارن بين العمل الهدمى والبنائى للنهر .

١٥- يقارن بين حمولة الرياح وحمولة الأنهار.

١٦- يفسر كيفية تكوين الدلتا.

١٧- يذكر تعريف المياه الجوفية.

١٨- يقارن بين العمل الهدمى و البنائى للمياه الجوفية.

١٩- يشرح العمل الهدمى للبحار .

٢٠- يتعرف على مناطق البحر المختلفة، ونوعية الرواسب فى كل منها.

٢١- تذكر ماهو المقصود بالبحيرات مع شرح كيفية تكوينها.

٢٢- يقارن بين رواسب البحيرات المالحة والعذبة.

٢٣- يوضح كيفية تكوين التربة.

٢٤- يقارن بين التربة الوضعية والتربة المنقولة.

التوازن فى الحركة بين الماء والهواء واليابس

قد تظن أن سطح الأرض بما فيها من تضاريس ثابت لا يتغير بمرور الزمن، وذلك لأن تاثير العوامل المختلفة عادة بطىء لا يمكن أن يلاحظ بسهولة فى وقت محدد، ولكن بمرور السنين والأزمنة يمكن لهذا التغير أن يصير واضحاً ولعل أقرب الأمثلة التى يمكن ذكرها هو تاثير الرياح. فمثلا يلاحظ أن الرياح تحمل الرمال من مكان إلى آخر، فتجدها تغطى معالم ظاهرة، مثل المبانى، والأشجار، وغيرها من الموجودات فى البيئة الصحراوية. كما أننا نلاحظ تراكم هذه الرمال فى صورة كثبان رملية، وهكذا يتغير شكل الأرض بفعل عامل الرياح كما أن الزلازل والبراكين تساهم ضمن العوامل التى تغير سطح الأرض حيث تسبب هبوطاً فى القشرة الأرضية فى بعض الأماكن وتبرز مرتفعات فى أماكن أخرى، و كذلك إضافة كميات من باطن الأرض إلى سطحها، كما فى الحمم والطفوح البركانية من ذلك نرى أن الثبات فى شكل سطح الأرض هو فى الحقيقة ثبات ظاهرى فقط، ولكن فى الحقيقة شكل الأرض فى تغير مستمر بفعل العوامل الطبيعية المختلفة، والتى يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسين هما :

أولاً عوامل خارجية :

وهى كل ما يختص بتأثير الغلافين الجوى والمائى فى القشرة الأرضية، ومن أمثلة هذه العوامل التغير فى درجة الحرارة والأمطار والرياح وما ينتج عنها من سيول وأنهار و بحيرات وبحار ومحيطات وثلاجات وكذلك تأثير النباتات والحيوانات.

ثانياً عوامل داخلية :

وهى التى تنشأ نتيجة ما يحتويه جوف الأرض من حرارة كامنة، وضغوط داخلية مختلفة ويترتب عليها الزلازل و البراكين وحركات أرضية و تقلصات.

تؤثر العوامل الخارجية و الداخلية على شكل القشرة الأرضية وينتج عنها أشكال وتراكيب جيولوجية وهو ما يطلق عليها التضاريس. و سنتكلم بشىء من التفصيل عن العوامل الخارجية فقط.

العوامل الخارجية أو السطحية :

يلاحظ أن العوامل الخارجية، والتى تسبب تغيرات بسطح القشرة الأرضية تستمد نشاطها من طاقة الشمس، وهذه العوامل تعمل جاهدة فى تسوية سطح الأرض أى أن تأثيرها هدمى ولولا إعادة التوازن عن طريق العوامل الداخلية والتى تعيد ارتفاع أجزاء كثيرة من سطح الأرض نتيجة للحركات الأرضية والأنشطة البركانية لأصبحت الأرض مسطحة وتخلو من التضاريس منذ زمن بعيد ويسمى هذا المستوى المسطح والذى تعمل العوامل الخارجية على الوصول إليه

بالمستوى القاعدى للنحت Base Level Of Erosion والذى يجب أن يتساوى مع سطح البحر وهو أقل مستوى يمكن لعوامل الهدم أن تصل بسطح الأرض إليه.

هذه العوامل السطحية لها عامل هدمى Destructive وهو مايسمى بالتعرية Denudation وعمل بنائى Constructive وهو ما يسمى بالترسيب وبذلك يتضح أن العوامل السطحية تتمثل فى عمليتين هما عملية الهدم وعملية البناء.

التعرية Denudation

يقصد بالتعرية أثر العوامل الخارجية فى تفتيت الصخور ثم إزاحة الفتات من مكانها معرضة سطحاً جديداً من الصخور لهذه العملية مرة أخرى وتنقل عوامل النقل كالرياح و مياه السيول والأنهار والبحار هذا الفتات و التى يكون لها أثر هدمى ايضاً وهو ما يسمى بالنحت(Erosion) وتحمل عوامل النقل هذه الفتات حيث تترسب فى صورة طبقات لتتكون الصخور الرسوبية .

وتشتمل التعرية على ثلاث مراحل هى :

(أ) التجوية.

(ب) النقل والترسيب بواسطة المياه و الرياح.

(جـ) تحرك الصخور و الرواسب بالجاذبية.

وسوف نتناول فى السطور القادمة هذه العمليات بشىء من التفصيل .

أ) التجوية :

تتعرض كل المواد الموجودة على سطح الأرض لتأثير عوامل الجو وإن تفاوت هذا التأثير من صخر لآخر طبقاً لعوامل عديدة . انظر إلى سطح قطعة من الرخام أو أى من أحجار الزينة الأخرى فى واجهة مبنى جديد فهو أملس ومصقول ولامع قارن مظهر صخرة مماثلة فى واجهة مبنى قديم تجد السطح قد صار خشن الملمس وفقد لمعانه وبريقه مثال آخر تجد أن سطح جسم أبو الهول الذى كان أملساً ومصقولاً عند نحته . انظر إلى سطحه الآن تجده خشن ومتشقق قد تأثر تحت وطأة عوامل الجو لأكثر من ثلاثة آلاف سنة. والنتيجة النهائية للتجوية هى تفتت الصخور إلى قطع أصغر حجماً تحت تأثير التجوية الميكانيكية أو تحلل المعادن المكونة للصخر وتكوين معادن جديدة تحت تاثير التجوية الكيميائية.

التجوية الميكانيكية :

التجوية الميكانيكية هى تكسير الصخور إلى قطع أصغر حجماً من نفس المعادن المكونة للصخر أو تفكك الصخر إلى المعادن المكونة له تحت تأثير العوامل الجوية الطبيعية دون تغير فى تركيبها الكيميائى أو المعدني. فمثلاً إذا أخذنا قطعة من صخر الجرانيت الذى يتكون من ثلاثة معادن أساسية هى الفلسبار البوتاسى والميكا والكوارتز. إذا تفتت إلى قطع فى حجم الحصى ، فإن كل قطعة منها تتكون أيضاً من المعادن الثلاث لصخر الجرانيت . أما إذا فتتناها إلى قطع أصغر كل منها فى حجم حبيبات الرمل ففى هذه الحالة نجد أن الحبيبة الواحدة غالبا هى أحد المعادن المكونة لصخر الجرانيت.

عوامل التجوية الميكانيكية :

تتم عملية التجوية الميكانيكية فى الطبيعة بتأثير العوامل الفيزيائية من تجمد المياه والاختلاف المتكرر فى درجات الحرارة و اختلاف الأحمال على الصخور . كذلك يؤدى النشاط الحياتى للنبات والحيوان إلى نتائج فعالة فى تفكيك الصخور.

١) تكرار تجمد وذوبان المياه فى شقوق الصخور :

يعتبر تكرار تجمد المياه فى شقوق وفواصل الصخور وإنصهار الجليد ليلا ونهارا أو فى مواسم متبادلة من أهم عوامل التجوية الميكانيكية فى المناطق القطبية الباردة أو الجبلية المرتفعة ، حيث يزداد حجم الماء عند تجمده فيضغط على جوانب الشقوق والفواصل القريبة من السطح سواء كانت رأسية أو أفقية ويوسعها فتفصل قطعاً من الصخر عن الصخر الأم فيصبح مفككاً ثم يسقط ذلك الفتات مكوناً منحدراً ركامياً عند قدم الجبل أو الهضبة.

٢) اختلاف درجة الحرارة :

كما يمثل التمدد الحرارى الذى ينتج من تمدد سطح الصخر (ومكوناته المعدنية) وانكماشه تبعاً للتغيرات اليومية فى درجات الحرارة خاصة فى المناطق الصحراوية الجافة حيث الفرق بين درجة حرارة النهار والليل كبير عاملاً يضعف من قوة تماسك المكونات المعدنية للصخر ويؤدى إلى تفتته مع مرور الزمن بتكرار تلك العملية و يعزى تكسر الحصى فى الصحراء إلى التغيرات المتكررة فى درجات الحرارة.

٣) تخفيف الحمل نتيجة للتعرية :

وهناك عامل آخر له تأثير واضح فى التجوية الميكانيكية ذلك هو التمدد الناتج عن تخفيف الحمل والذى يحدث نتيجة للتعرية . عندما يزال سمك كبير من الصخور كان ثقل (وزن) طبقاته يضغط على ما تحته من صخور أو تظهر صخور نارية جوفيه على السطح كانت تحت ضغط كبير فى باطن الأرض على السطح ويظهر تأثير تخفيف الحمل بتمدد الصخور إلى أعلى حيث لامقاومة. نرى ذلك بوضوح فى صخور الجرانيت حيث ينفصل سطحها المكشوف إلى قشور كروية الشكل ويساعد تحلل معدن الفلسبار بالتجوية الكيميائية للجرانيت على اتمام عملية انفصال القشور الكروية على سطح ذلك الصخر.

٤) تأثير عوامل الحياة (النباتات والحيوانات) :

لا يخفى علينا تأثير عوامل الحياة فى تفتيت وتفكيك مكونات السطح الخارجى للأرض

أ- جذور النبات تضرب فى التربة أو فى فواصل الصخور عند بحثها عن الماء فتجعلها مفككة.

ب- الحيوانات و الحشرات التى تعيش تحت السطح تساعد فى حفر التربة والمساهمة فى جعلها مفككة وقابلة للحركة مع عوامل النقل.

التجوية الكيميائية :

التجوية الكيميائية : هى تحلل المكونات المعدنية للصخور مكونة معادن جديدة نتيجة إضافة عنصر أو أكثر إلى تركيبها الكيميائى أو بفقدها بعض العناصر مما يغير من تركيبها الكيميائى، ويحدث ذلك تحت تأثير الظروف الجوية السطحية أو القريبة من السطح خاصة فى وجود الماء الذى يعتبر العامل المؤثر فى التجوية الكيميائية حتى تصبح تلك المعادن فى اتزان مع الظروف الجديدة. فقد نحت القدماء المصريون الغالبية من تماثيلهم ومسلاتهم من صخر الجرانيت بعد أن تأكدت لهم قوته ومقاومته لعوامل التآكل بتأثير الجو خاصة فى صعيد مصر حيث الجو جاف وتندر سقوط الأمطار فظلت التماثيل والمسلات لمدة تقرب من أربعة آلاف عام مصقولة ملساء. لكن من تتاح لهم مشاهدة إحدى المسلات التى نقلت فى أواخر القرن التاسع عشر إلى أوروبا فى لندن وباريس أو إلى أمريكا فى نيويورك حيث تسقط الأمطار معظم العام، نجد أن سطح المسلة لم يعد أملساً وناعماً كما كان فى مصر بل تأثر تحت الظروف المناخية الجديدة وصار مطفياً متآكلاً.

عوامل التجوية الكيميائية :

١- الأمطار الحمضية :

تعتبر المياه خاصة تلك التى تحتوى على كميات قليلة من مواد حمضية مذابة التى تؤدى الى تكوين الأمطار الحمضية من أهم عوامل التجوية الكيميائية التى تؤدى إلى تحلل الصخور فمثلاً الحجر الجيرى يذوب تماماً تحت تأثير الأمطار المحملة بثانى أكسيد الكربون وتعرف بالكربنة.

٢- عملية الاكسدة :

تتم عملية الأكسدة بواسطة الماء المذاب فى الأكسجين وخاصة للمعادن التى يدخل الحديد والماغنسيوم فى تركيبها والتى توجد فى صخر البازلت.

٣- عملية التميؤ :

كما تمثل عملية التميؤ أو إضافة الماء إلى التركيب المعدنى عملية أخرى تساعد على تحلل الصخور كيميائياً ومن اشهر امثلتها تحول معدن الأنهيدرايت (كبريتات كالسيوم لا مائى) إلى معدن الجبس (كبريتات كالسيوم مائى).

٤- الاختلاف بين ظروف تكون المعادن وبين ظروف البيئة السطحية :

تعمل التجوية الكيميائية على تغير المكونات المعدنية للصخور حتى تصبح تلك المعادن فى اتزان مع الظروف السطحية الجديدة ، وعلى ذلك فإننا نتوقع أنه كلما ازداد الاختلاف بين ظروف تكون المعادن وبين ظروف البيئة السطحية يكون احتمال التغير بالتجوية الكيميائية أكثر. ولذلك نجد أن المعادن التى تبلورت من الصهير فى درجة الحرارة المرتفعة و تحت ضغط عالى فى باطن الأرض تكون أكثر تعرضا وقابلية للتجوية من تلك التى تكونت فى درجة حرارة منخفضة وتحت ضغط أقل. ويتضح لنا ذلك إذا درسنا تحلل صخر الجرانيت أكثر الصخور النارية الجوفية شيوعاً فى صخور القشرة الأرضية نجد أن مكونات الجرانيت المعدنية الأساسية وهى الفلسبار البوتاسى والميكا والكوارتز تتفاوت فى درجة تأثرها بالتجوية الكيميائية.

أ) معدن الفلسبار ضعيف جداً تحت تاثير حمض الكربونيك الناتج من ذوبان ثانى أكسيد

الكربون فى مياه الأمطار و يتحلل المعدن ويتحول إلى معدن جديد هو الكاولينايت (سيليكات ألومنيوم مائية) ويظهر ذلك فى انطفاء بريقه وتحوله إلى الحالة الترابية.

ب) معدن الميكا خاصة الميكا السوداء تتحلل أيضاً إلى معادن من فصيلة الطين.

جـ) معدن الكوارتز هو آخر معادن الماجما تبلوراً حيث يتكون تحت درجات حرارة منخفضة نسبياً كذلك فإن تركيبه الكيميائى وصفاته الفيزيائية تجعلة ثابتاً بحيث لا يتأثر بالتجوية الكيميائية.

الخلاصة: أن صخر الجرانيت عند تعرضه للتجوية الكيميائية يتحلل الفلسبار إلى كاولينايت والميكا إلى معادن من فصيلة الطين ويبقى الكوارتز بدون تحلل.

طبقاً للمعادلة التالية : (المعادلة للإطلاع فقط)

$$2K\,Al\,Si_3\,O_8 + 2\,H_2\,CO_3 + H_2O \longrightarrow Al_2\,Si_2\,O_5\,(OH)_4 + 4\,SiO_2 + 2\,KHCO_3$$

فلسبار بوتاسى — حمض كربونيك — كاولينايت

وبالتالى فأننا إذا نظرنا إلى سطح الجرانيت بعد التحلل نجد أن الكوارتز هو المعدن الوحيد الذى بقى دون تغير بينما تحولت المعادن المصاحبة له إلى مكونات معدنية جديدة اضعف واقل تماسكا من المعادن الأصلية مما يساعد بل ويسرع بظهور تاثير عمليات التجوية الميكانيكية التى تسير جنباً إلى جنب مع التجوية الكيميائية بحيث تتفكك و تتفتت الطبقة السطحية للصخر.

وإذا نظرنا إلى ناتج عملية التجوية الكيميائية للصخور النارية والمتحولة التى تتكون غالبيتها من معادن السيليكات تتمثل فى فلسبارات وميكا و معادن تحوى الحديد والماغنيسيوم يتكون أساساً من مجموعة من معادن الطين توجد فى التربة الزراعية مخلوطة بنواتج أخرى لعمليات التجوية.

ب) النقل والترسيب :

تتم عملية النقل بواسطة عدد من العوامل منها الرياح والأمطار و السيول والأنهار و البحار و المياه الأرضية وغيرها ، و لكل هذه العوامل تأثير هدمى تفتيتى على الصخور كما أنها تعتبر ناقلة لهذه الفتات و مرسبة له أى لها تأثير بنائي.

النحت المتباين : Differential Erosion

يحدث النحت المتباين عندما يمر أو يصطدم أحد عوامل النقل المختلفة بصخور مختلفة الصلابة أى تتألف من صخور رخوة تعلوها أو تجاورها صخور صلبة فتتآكل الصخور الرخوة بمعدل أكبر من الصخور الصلبة ، كما فى حالة المصاطب بتأثير الرياح، ومساقط المياه والمياندرز بتأثير الأنهار ، التعرجات الساحلية والمغارات الساحلية بتأثير الأمواج فى البحار.

(١) الرياح

تكون الرياح تاثيرها شديداً فى المناطق الصحراوية حيث يخلو سطح الأرض من النباتات وتكون صخور القشرة الأرضية فى حالة تفتت بفعل عوامل التجوية المختلفة.

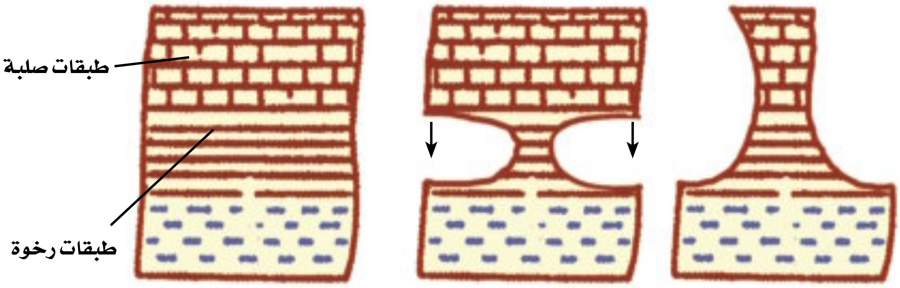
أ) العمل الهدمى للرياح :

النحت المتباين للرياح

يظهر تأثير الرياح باختلاف ما تحمله الرياح من رمال وفتات الصخور أو الاتربة وتكون هذه الحمولة (الشحنة) إما معلقة أى محمولة فى الهواء أو متدحرجة على سطح الأرض. وتتوقف تأثير الرياح الهدمى على عدة عوامل منها شدة الرياح ، حجم و شكل وكثافة الحبيبات ، نوع الصخور ودرجة صلابتها وتأثرها بعوامل المناخ الأخرى مثل الرطوبة ، وتأثير العامل الزمني.

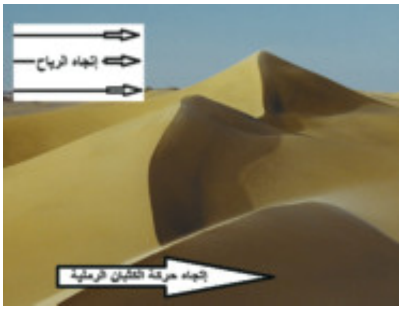
١- أثر الرياح عند مرورها على طبقات مختلفة الصلابة:

عندما تمر هذه الرياح المحملة بالرمال على صخور غير متجانسة أو مختلفة الصلابة أى تشمل على طبقات رخوة مثل الصخور الطينية تعلوها صخور صلبة من الحجر الجيرى مما يعمل على تآكل الطبقات الرخوة وتتبقى الصخور الصلبة بارزة وقد تسقط بفعل الجاذبية كما فى حالة المصاطب ويسمى هذا بالنحت المتباين.



النحت المتباين و تأثير الجاذبية

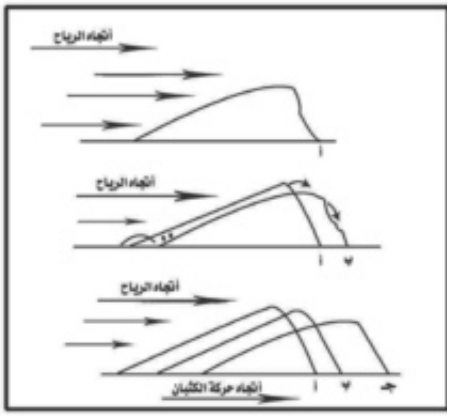
٢- أثر الرياح عند مرورها على حصوات غير منتظمة الشكل:



تؤثر الرياح المحملة بالرمال على شكل الحصى فيكون مثلث الأضلاع أو هرمى الشكل ويكون وجه الحصى المجابه (المقابل) للرياح عادة مصقولاً.

(ب) العمل البنائى للرياح :

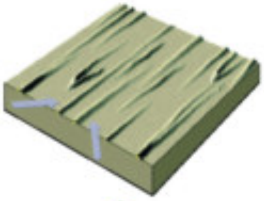
عندما تصطدم الرياح المحملة بالرمال بنتوء أو عائق أو مرتفع يقلل من سرعتها أو يوقفها فإنها تلقى بما تحمله من رمال و أتربة لتترسب على هيئة كثبان رملية أو تموجات رملية.



١- الكثبان الرملية :

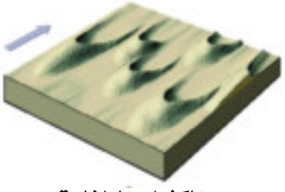
تتكون الكثبان الرملية من حبيبات مستديرة من الرمل تختلف من حيث الإرتفاع من بضعة أمتار إلى عشرات الأمتار أو تختلف من حيث الشكل الى :

أ - الكثبان المستطيلة Longitudinal Dunes: فتكون مستطيلة الشكل و يكون اتجاهها هو اتجاه الرياح السائد تعرف بالغرود ومن أمثلتها غرد أبو المحاريق الذى يمتد حوالى ٣٠٠ كم من الشمال الغربى و إلى الجنوب الشرقى بين الواحات البحرية حتى الواحات الخارجة بالصحراء الغربية.



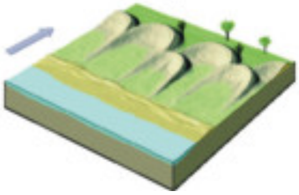
الكثبان المستطيلة

ب- الكثبان الهلالية: تكون الكثبان هلالية الشكل حيث يكون إنحدارها بسيطاً فى اتجاه الرياح شديداً فى الجهة المضادة وهى أكثر أنواع الكثبان انتشاراً.



الكثبان الهلالية

جـ - الكثبان الساحلية Coastal Dunes: تتكون الكثبان الساحلية من حبيبات جيرية متماسكة مثل الممتدة على الساحل بين الإسكندرية ومرسى مطروح.



الكثبان الساحلية

كما يلاحظ أن الكثبان الرملية تنتقل بفعل الرياح وقد يصل تقدمها بين خمسة وثمانية أمتار فى المتوسط فى العام، مما يسبب التصحر وهى ذات أخطار كبيرة على المناطق المستصلحة والمجتمعات العمرانية الجديدة.

مطابع هاى ستاندرد

(٢) الأمطار

عند نزول الأمطار على الأرض فإن بعضاً منها يتبخر ثانية متصاعداً فى الغلاف الجوى بينما ينفذ البعض الآخر فى أعماق الأرض مكوناً المياه الجوفية أو الأرضية أما الجزء الثالث فيجرى على سطح الأرض مكوناً المياه الجارية كالأنهار. وللامطار عمل هدمى فقط أما العمل البنائى أى الترسيب فسوف يشار إليه فى موضوع الأنهار والمياه الأرضية. أما العمل الهدمى للامطار فينقسم إلى :

(أ)عمل هدمى ميكانيكى : حيث يعتمد اصطحاب الأمطار برياح شديدة تساعد على نقل المواد المفككة أو تفتيت أجزاء أخرى ومن امثلة ذلك ما يحدث أحيانا من نحت الأمطار الساقطة لأوجه الصخور الجيرية حيث يتكون فى النهاية مجموعة من الأخاديد بينها جروف قليلة الارتفاع كما هو الحال فى شبه جزيرة سيناء.

(ب)عمل هدمى كيميائى : حيث تعمل مياه الأمطار بما تحمله من أكسچين و ثانى أكسيد الكربون على تنشيط عمليتى الأكسدة و الكرينة (التحلل).

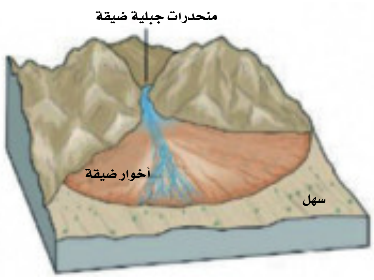
(٣) السيول

السيول هى الأمطار الغزيرة عندما تهبط فوق المرتفعات والجبال وتنحدر مياهها فى مجارى ضيقة تتصل مع بعضها مكونة ما يسمى بالاخوار (مجارى السيول) حيث يتنامى و يتزايد السيل فى حجمه و سرعته حتى يصل إلى نهر أو بحر يصب فيه كما هو موجود فى مصر حيث تنحدر السيول من أعلى جبال البحر الأحمر بالصحراء الشرقية لتصب فى البحر الأحمر أو وادى النيل تاركة مجاريها جافة ظاهرة سواء على سفوح الجبال أو فى الصحراء بعد تصريف مياهها وللسيول عمل هدمى وآخر بنائى (ترسيب).

السيل

(أ) العمل الهدمى للسيول : حيث تكتسح السيول ما يقابلها من طين ورمال وحصى أو حتى جلاميد كبيرة إذا كان السيل قوياً وهذه تساعد على نحت وتعميق مجرى السيل الذى يكون ضيقاً ولكن مع مرور الزمن يزداد عمقها ويظهر عمل السيول واضحاً فى الصحراء لندرة ما بها من نباتات.

(ب) الترسيب : عندما تفقد السيول سرعتها عند خروجها من الاخوار و انتشارها على سطوح السهول ترسب ما تحمله من مواد و يأخذ الترسيب عدة أشكال :



مخروط السيل

- مخروط (مروحة) السيل Alluvial Cone : يأخذ الترسيب شكل نصف دائرة مركزها مخرج الخور.
- أما إذا كان الترسيب يبدأ بالجلاميد و الحصى الكبير عند مخرج الخور ويتناقص حجمه تدريجياً حتى ينتهى بالطين والرمال عند نهاية الترسيب فيسمى بالدلتا الجافة Dry Delta

(٤) الأنهار

تتكون معظم مياه الأنهار من المياه الجارية المستديمة كجداول Streams والنهيرات Rivulets. والأنهار تنبع من مناطق كثيرة الأمطار أو مغطاة بالجليد ويكون النهر شديد الإنحدار عند المنبع وقليلا قرب مصبه و للأنهار كسائر عوامل النحت عمل هدمى و آخر بنائى .

(أ) العمل الهدمى للأنهار :

تعتبر الأنهار من أهم عوامل التعرية على سطح القشرة الأرضية كما تعتبر أهم العوامل لنقل الفتات الصخرى مختلفة الأحجام ، ويتوقف العمل الهدمى للأنهار على سرعة التيار وعدة عوامل أخرى منها :

١- سرعة التيار وحمولة النهر (الشحنة) : تتوقف كمية المواد التى ينقلها النهر على :-

- قدرة النهر على الحمل وتعتمد على إنحدار النهر الذى يتحكم فى سرعة الماء وكمية المياه فى النهر مع ملاحظة أن سرعة المياه تقل على جانبى النهر وعند القاع نتيجة الإحتكاك.
- حجم وكمية الحبيبات وتتوقف على قدرة النهر على الحمل حيث يزداد الحجم كلما زادت قدرة النهر على الحمل وتنقسم حمولة النهر إلى:

أ) الحمل الذائب : الأملاح الذائبة التى يحملها الماء أثناء جريانه مثل كلوريد الصوديوم .

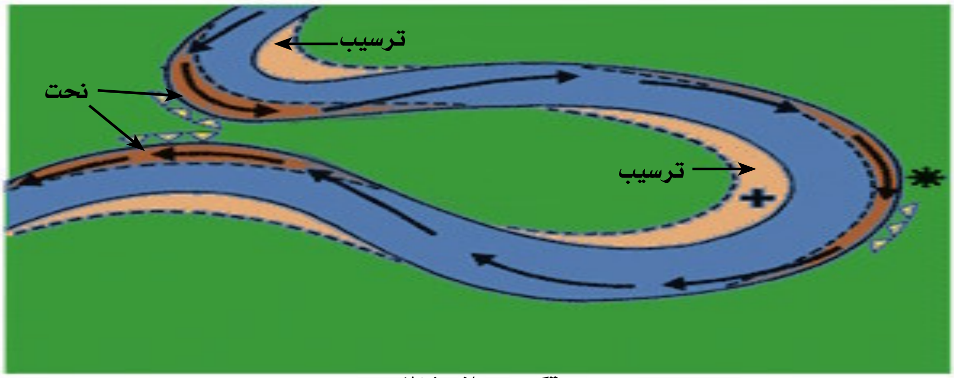
ب) الحمل المعلق : الحبيبات صغيرة الحجم وخفيفة الوزن من الطين (الغرين والصلصال) تنتقل على هيئة مواد عالقة فى الماء.

جـ) الأحجام المتوسطة من الرمال : تسير معلقة قرب القاع فى إتجاه التيار ثم تتدحرج على القاع عندما تقل قدرة النهر على حمل الحبيبات.

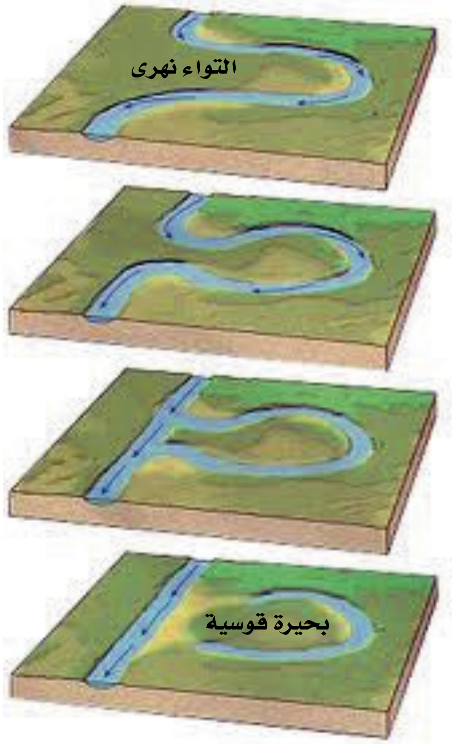
د) **حمل القاع :** حبيبات الحصى تتدحرج على قاع النهر فى إتجاه التيار وكذلك نرى أن هذه الكتل المتدحرجة تنبرى و تصقل و تصير مستديرة الأوجه نتيجة احتكاكها مع القاع.

• وتساعد الحمولة فى زيادة عمق واتساع مجرى النهر.

٢- اختلاف صلابة الصخور على جانبى النهر: تؤدى اختلاف صلابة طبقة الصخر الذى يتم فيها النحت أن ينحت النهر فى أحد جوانبه أكثر من الجانب الآخر مما يؤدى إلى تكوين التعاريج والالتواءات فى مجرى النهر والتى تسمى مياندرز النهر Meanders (مثال للنحت المتباين) بعدها تأتى مرحلة



تكوين مياندرز النهر



مراحل تكوين البحيرات القوسية

يزداد تقوس الالتواءات النهرية حيث يزداد النحت فى الجانب الخارجى لمسار الماء ويزداد الترسيب فى الجانب الداخلى ويقطع النهر مسار جديد تاركاً قوس على صورة بحيرة قوسية (هلالية) Oxbow Lake. وبذلك تعتبر تحول المياندرز إلى بحيرة قوسية عمل هدمى وعمل ترسيبى للأنهار.

٣- اختلاف صلابة الصخور فى قاع النهر:

تكوين مساقط المياه

تنشأ مساقط المياه Water Falls عندما تمر المياه فوق طبقة صخرية صلبة تعلو طبقة رخوة ويحدث تآكل الطبقة الرخوة بفعل المياه وعوامل أخرى بالتالى تصبح الطبقة الصلبة شديدة الإنحدار ومرتفعة وبالتالى تكون مظهراً طبيعياً لمساقط المياه (مثال للنحت المتباين) مثل مساقط نياجرا بين كندا وامريكا. (شكل مساقط المياه)

٤- المناخ : كما يتدخل المناخ فى تحديد شكل المجرى :

أ) إذا كان المناخ رطباً فى المناطق غزيرة الأمطار فإنه يساعد عوامل التعرية الأخرى كالتحلل بعملياتها المختلفة وتعمل الجاذبية أيضاً على تآكل الاخدود فيتسع مجرى النهر.

ب) أما فى المناطق الجافة فإن النهر يكون قوياً محتفظاً بحمولته لذا ينحت النهر أخدودا عميقا كما هو الحال فى نهر كلورادو بامريكا .

(ب) عمل النهر فى الترسيب :

يبدأ عمل النهر فى الترسيب بسبب عدة عوامل :

١- سرعة التيار : عندما تقل سرعة النهر بسبب وجود عوائق تعترض مجرى الماء ، أو يقل انحدار المجرى كما هو الحال عند مصبات الأنهار ، حيث يفقد النهر القدرة على نقل حمولته فتترسب هذه الحمولة.

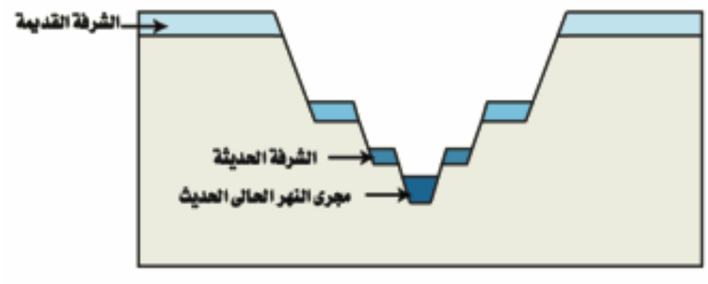
٢- حجم الماء : كما أن قلة حجم الماء فى النهر نتيجة للبخر الشديد أو تسرب الماء فى الصخور المسامية أو الشقوق داخل الأرض.

٣- يصب النهر فى مياه ساكنة:

الشرفات النهرية (الأسرة النهرية) :

تتكون الشرفات النهرية مع تغير منسوب المياه عند الفيضان و يلاحظ أن الحصى و المواد الغليظة توجد فى أعالى الوادى و فى وسط مجراه بينما تترسب الرمال و الرواسب الدقيقة عند المصب وعلى جانبى الوادى وهكذا مع تغير منسوب المياه تتكون الشرفات النهرية علما بأن الشرفات العليا هى الأقدم من التى أسفلها ويمكن رؤية هذه الشرفات أو الأسرة النهرية على

جانبى النيل فى الوجة القبلى و كذلك وادى فيران فى الطريق إلى سانت كاترين فى سيناء.



تكوين الشرفات النهرية

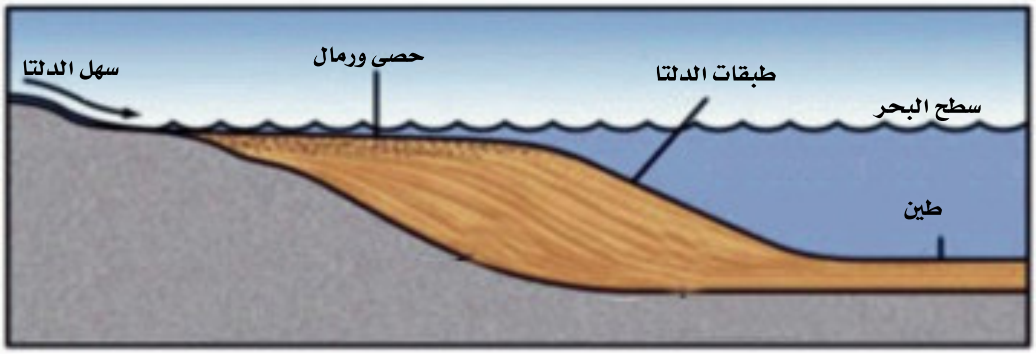
الدلتات :

صورة فضائية للدلتا

تشبه الدلتا الحرف اللاتينى دلتا Δ وتتكون عند تلاقى مياه الأنهار بمياه البحار والبحيرات فيترسب ما تحمله مياه هذه الأنهار ولكى يتم تكون الدلتا يلزم خلو البحر من التيارات الشديدة وعندما يكون البحر كثير التيارات و يميل قاعه للهبوط لا تتكون دالات للأنهار ولكن يكون مصباً عادياً فقط حيث تكتسح التيارات ما يرسبه النهر.

وقد يتفرع النهر فى سهل الدلتا إلى فرعين أو أكثر كما كان فى دلتا النيل قديماً إذ كان النيل يتفرع إلى سبعة أفرع تصب فى البحر ثم إندثرت هذه الفروع تدريجيا بما رسبه النهر فيها ولم يبق الآن إلا فرعى رشيد ودمياط.

وجدير بالذكر أن رواسب الدلتا الشاطئية هى الرواسب الدلتاوية بمنطقة الدلتا تمتد شمالاً لأكثر



مخروط الدلتا

من عشرة كيلومترات داخل البحر المتوسط فيما يسمى بمخروط دلتا النيل وهى رواسب مصنفة ومتدرجة مع زيادة العمق من حصى ورمال قرب الشاطئ ثم غرين ثم صلصال فى المناطق الأعمق تحوى رواسب معدنية ذات قيمة إقتصادية مثل الذهب و الماس و القصدير و الألمنيت يطلق عليها الرمال السوداء. وتظهر الرمال السوداء فى جمهورية مصر العربية فى منطقة شمال الدلتا وعلى الساحل فى المسافة من رشيد و حتى العريش شرقًا وتحوى معادن المونازيت (معدن يحتوى على اليورانيوم المشع) ، والألمنيت و الزركون (معدن لعنصر الزركونيوم). ويستخدمان فى صناعة السيراميكات.

عمل النهر فى مراحله المختلفة :

لكل نهر دورة تشمل التغيرات المختلفة التى تطرأ عليه وتشمل عدة مراحل هى مرحلة الشباب ثم النضوج ثم الشيخوخة.

(١) مرحلة الشباب Youth Stage

يشتد فيها حفر الجداول والوديان والفروع و يمتاز النهر فيها بسرعة تياره وعدم إنتظام إنحداره ويزداد فيها النحت ويقل الترسيب مما يؤدى إلى تكون البحيرات و مساقط المياه(الشلالات) و تتسع الأخاديد إلى وديان ويكون قطاعه على شكل V ضيقة و تظهر فى هذه المرحلة ظاهرة أسر الأنهار River Capture والتى تنشأ من تفاوت الأفرع فى النحت و بذلك يكون مستوى ماء الفرع ذو النحت القوى اقل فى مستواه من الفرع الآخر و يعتبر مصبا له و هكذا يأسره فى نهاية هذه المرحلة يصبح مستوى إنحدار النهر كبيراً.

(٢) مرحلة النضوج Stage Of Maturity

يتسع الوادى إلى اقصى مدى و يصير قطاعه شكل \/ متسعة ويتساوى فيها معدل النحت و الترسيب تقريباً و تكثر فى هذه المرحلة التعرجات والالتواءات النهرية سالفة الذكر و كذلك البحيرات القوسية Oxbow و تختفى الشلالات (مساقط المياه).

(٣) مرحلة الشيخوخة Stage Of Old Age

يقل إنحدار النهر و بذلك تقل سرعة سريان الماء فية مما يقلل قدرته على النحت و ويزداد الترسيب وتسمى المنطقة التى يؤول إليها مجرى النهر بالسهل المنبسط و يسمى النهر شيخاً و يكون قطاع النهر على شكل قوس ◡ ويقل التقوس كلما اقتربنا من المصب.

(٤) مرحلة تصابى الأنهار (إعادة الشباب)

هناك عوامل چيولوچية تعيد إلى الأنهار شبابها كما كانت بعد أن تبلغ مرحلة الشيخوخة ويحدث ذلك عندما تنشأ حركات ارضية رافعة قريباً من منطقة المنبع أو عند اعتراض مجرى النهر

طفوح بركانية فيزداد إنحدار مجرى النهر و بالتالى تزداد سرعة تيار الماء فيبدأ النهر فى النحت من جديد فى مجراه و يستأنف النهر تعميق مجراه بينما يقل التآكل الجانبى أو يتوقف نهائياً.

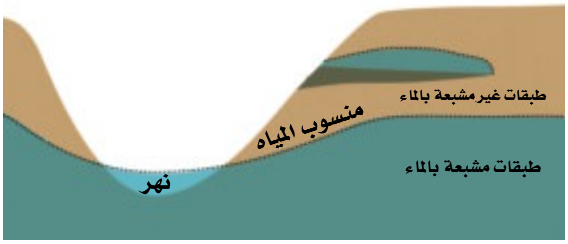
قطاع النهر أو البروفيل : ويلاحظ أن شكل القطاع أو البروفيل يتغير بتغير عمر النهر .

• النهر ينحت فى مجراه بشدة عند المنبع و يساعد ذلك عوامل التعرية فى هذه الأماكن الرطبة ويصبح قطاعه شكل V

• أما عند المصب يصبح مستوى القطاع قريباً من المستوى الافقى أى فى مستوى سطح البحر يكون قطاع النهر على شكل قوس

(٥) المياه الأرضية Underground Water

وهى المياه الموجودة فى مسام الصخور الموجودة تحت سطح الأرض ومصدرها مياه الأمطار أو الجليد التى تتسرب إلى الأرض عن طريق مسام الصخور أو الشقوق والفجوات والفواصل التى بها وبعض هذه المياه يتصاعد إلى السطح بواسطة الخاصية الشعرية أو عن طريق الامتصاص بواسطة جذور النباتات.



منسوب المياه

ويسمى مستوى ماء التربة بمنسوب المياه Water Table وهو مستوى المياه الذى تتشبع أسفله جميع المسام والشقوق والفراغات بالماء كما يختلف عمق هذا المستوى فيكون قريباً من السطح عند البحار والأنهار والأماكن كثيرة الأمطار و يبعد عن السطح فى المناطق الجافة.

حركة المياه الأرضية :

المياه الأرضية دائمة الحركة و يتحكم فى حركتها عدة عوامل أهمها :

• نوع الصخور من حيث حجم حبيباتها وشكلها وطريقة ترسيبها والمواد اللاحمة لها.

• مسامية الصخور Porosity (المسامية هى النسبة المئوية للمسام والشقوق والفراغات الموجودة داخل الصخر وبين الحبيبات) و النفاذية Permeability (النفاذية هى قدرة الصخر على الإ نفاذ أو مقدار سهولة حركة المياه خلال مسام الصخر) وتعتبر الصخور الرسوبية المسامية مثل الحجر الرملى والرمل والحجر الجيرى من أفضل الصخور لخزن المياه الجوفية والبترول والغاز الطبيعي.

• الميل العام للطبقات الحاوية عليها.

• التراكيب الجيولوجية المختلفة كالطيات والفوالق و الفواصل والسدود النارية.

العمل الجيولوجي للمياه الأرضية

ينقسم العمل الجيولوجي للمياه الأرضية إلى :

١- العمل الهدمى

أ) العمل الهدمى الكيميائى :

• يكون العمل الهدمى للمياه الأرضية كيميائياً نظراً لما تحتويه هذه المياه من ثانى أكسيد الكربون و املاح حامضية مذابة حيث على تعمل على ذوبان الصخور الجيرية فتساعد على تكوين المغارات.

• كما تذيب المياه القلوية أو المختلطة بالاحماض العضوية كثيرا من المواد كالسيليكا والتى تحل محل المواد الجيرية فى كثير من الحفريات أو محل الألياف فى الأشجار المتحجرة .

ب) العمل الهدمى الميكانيكى :

قد يكون العمل الهدمى ميكانيكى حيت تتشبع كتل الصخور المساميه بالمياه الأرضية فتؤدى الى إنهيارات كتل الصخور على جوانب السفوح الجبلية.

٢- العمل الترسيبى

أ) نتيجة ذوبان المواد الجيرية بفعل المياه الأرضية المحملة ثانى أكسيد الكربون فتترسب هذه المحاليل داخل المغارات والكهوف مكونة:

• الهوابط Stalactites : رواسب من مواد جيرية تتدلى من سقف المغارة.

شكل الصواعد و الهوابط

• الصواعد Stalagmites : رواسب من مواد جيرية تنمو من أرضية المغارة.

ب) احلال السيليكا محل المواد الجيرية فى تكوين الحفريات ومحل الألياف فى تكوين الأشجار المتحجرة وبذلك تعتبر هذه العملية عمل هدمى وترسيبى.

(٦) البحار Seas and Oceans

تؤثر البحار و المحيطات فى كل ما يحيط بها من القشرة الأرضية بواسطة حركة مياهها المستمرة والمسببة للأمواج وكذلك حركة المد و الجزر و التيارات البحرية و تأثير البحار فى عملية الهدم أقل من تأثيرها فى عملية البناء و الترسيب.

(أ) العمل الهدمى للبحار

يتوقف العمل الهدمى للبحار أساساً على الحركة المستمرة للمياه ويتأثر بعدة عوامل وهى :

١- حركة الأمواج : تنشأ الأمواج نتيجة هبوب الرياح فى إتجاه معين و تختلف تأثير الرياح الهدمى طبقاً لقوة الرياح و إتجاهها حيث تكون قوة الأمواج فى المحيطات والبحار المفتوحة أكبر من قوتها فى البحار المغلقة كالبحر الأبيض المتوسط و يكون تأثير هذه الأمواج أشد عندما تكون محملة بفتات منقولة إليها ، و تعمل الأمواج على تآكل الشواطئ وتنقل الفتات إلى المياه العميقة فى البحر أو موازية للساحل لتترسب فى مناطق أخرى وبذلك تعمل الأمواج كعامل تعرية وعامل ترسيب.

٢- إختلاف صلابة الصخور : كما تختلف درجة مقاومة الصخور بناء على نوعها حيث تتآكل الطبقات الرخوة و تظل الطبقات الصلبة بارزة و من هنا تنشأ التعرجات والخلجان و المغارات الساحلية.

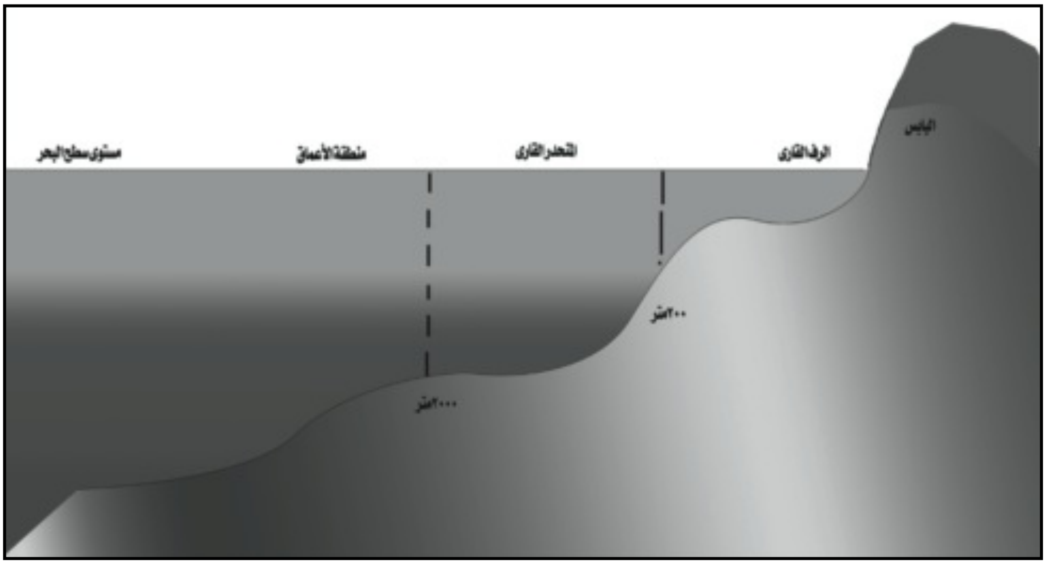
٣- المد والجزر: يساعد المد والجزر مثل الأمواج على حمل الفتات بعيداً عن الشاطئ ونتيجة لذلك تتكون عينات مدرجة على الشاطئ تدل كلا منها على منسوب المياه فى وقت المد والجزر.

٤- التيارات البحرية : تتكون التيارات البحرية نتيجة تغير درجة كثافة الماء بتغير درجة الحرارة فى المناطق الاستوائية عنها فى المناطق القطبية وكذلك بتغير درجة الملوحة نتيجة اختلاف معدل البخر ويكون من نتيجة النحت البحرى تكوين الجروف Cliffs على الساحل أو تكوين المغارات الساحلية والخلجان.

(ب) العمل البنائى للبحار (الترسيب) يترسب فى البحار والمحيطات كل ما تنقله إليها الأنهار والرياح والعوامل المختلفة من فتات الصخور ويكون الترسيب بمواصفات معينة حيث تترسب الجلاميد والحصى على الشاطئ وتترسب المواد الأصغر حجما كلما بعدنا عن الشاطئ وبذلك نجد أن الترسيب يتم عند أعماق مختلفة لكلٍ منها رواسب خاصة بها ، وهذه المناطق هى :

(١) المنطقة الشاطئية Littoral Zone

تتراكم فيها الجلاميد و الحصى و الرمال الخشنة وتتأثر بحركة المد والجزر كما تنشأ الألسنة Spits كبروز أرضى عند البحر نتيجة تقابل تيارين يسيران فى الاتجاه المعاكس تقريباً فتترسب الرمال التى كان يحملانها عند خط احتكاكهما وقد يتكون هذا اللسان عند مصب النهر كالألسنة التى تمتد شمال بحيرة المنزلة أما الحواجز Barrier فهى ألسنة عند الخلجان وقد تسدها مكونة جزء مائى شبه مغلق على شكل بحيرة مثل بحيرة مريوط وإدكو.



مناطق الترسيب المختلفة فى البحر أو المحيط. (فرز الرواسب تبعا للحجم

(٢) منطقة المياة الضحلة Shallow Water Zone

هى منطقة الرف القارى Continental Shelf وتمتد من المنطقة الشاطئية حتى عمق ٢٠٠ متر ، الحياة مزدهرة فى هذه المنطقة ومياهها تتأثر بحرارة الجو والضوء وتشتمل هذه المنطقة رواسب من الحصى والرمال قرب المنطقة الشاطئية ثم الرواسب الطينية كالطمى والطين تجاه الداخل عدا الرواسب الجيرية الناتجة من تراكم محارات الحيوانات بعد موتها .

(٣) منطقة حافة الأعماق Bathyal Zone

هى منطقة المنحدر القارى Continental Slope ويتراوح عمقها من ٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ متر تقريباً ، وهى منطقة هادئة القاع ، منخفضة الحرارة ، لاينفذ الضوء إلى القاع ، رواسبها دقيقة الحبيبات وهى غالبا رواسب طينية حاوية على رواسب دقيقة عضوية جيرية وسليسية وهى بقايا الأوليات كالفورامنيفرا والدياتومات والراديولاريا.

(١) منطقة الأعماق السحيقة Abyssal Zone

هى منطقة الأعماق السحيقة ويزيد عمقها عن ٢٠٠٠ متر و تكون حرارتها ثابتة تكاد تقترب من الصفر تخلو رواسبها من الفتات المنقولة بواسطة الرياح و الأنهار ، تحتوى على طين احمر Red Clay وهو من رواسب بركانية، كما تحتوى على رواسب دقيقة عضوية جيرية وسليسية و هى بقايا كائنات دقيقة كالفورامنيفرا والدياتومات.

(٧) البحيرات Lakes

هى أحواض للماء العذب أو المالح و هى غالبا ما تندثر نتيجة لبخر الماء أو لكثرة الترسيب أو تسرب المياه فى مسام الصخور.

تنشأ البحيرات قرب شواطيء البحار نتيجة نمو الشعاب المرجانية أو ترسب حواجز تقفل الخلجان أو تنشأ على اليابسة نتيجة تراجع ماء البحر أو هبوطه ثم تحول مجارى الأنهار والسيول إليه أو تنشأ فى فوهات البراكين التى خمدت ثم امتلآت بمياه الأمطار والسيول. تنقسم رواسب البحيرات إلى :

١- **رواسب البحيرات الملحية :** تشمل الجبس و الهاليت (ملح الطعام) كما هو الحال فى بحيرة ادكو أو كربونات الصوديوم وكربونات الماغنسيوم كما هو فى بحيرات وادى النطرون .

٢- **رواسب البحيرات العذبة :** تشمل الحصى والرمال قرب شاطىء البحيرة و حبيبات الطين الدقيقة فى وسطها خلاف بقايا الحيوانات والنباتات و قواقع المياه العذبة .

(٨) التربة ومكوناتها

تتكون التربة عادة من خليط من مواد معدنية و بقايا مواد عضوية متحللة وبعض السوائل والغازات والكائنات الحية. وتنشأ هذه التربة من تفتت الصخور السطحية وتآكلها بفعل عوامل التجوية المختلفة وتأثير الكائنات ويتوقف سمك التربة على تأثرها بعدة عوامل هى :

- التركيب الكيميائى والخواص الطبيعية للصخور الأصلية.
- شدة تأثير عوامل المناخ المختلفة.
- تأثير الكائنات الحيه.
- العامل الزمنى.

وللتربة العديد من الفوائد فهى الطبقة المناسبة لنمو النباتات ووتعمل على تخزين وتنقية المياه الجوفية ووسط مناسب لتحليل الكائنات الميتة وملائمة لمعيشة الكثير من الحشرات والحيوانات.

التربة الناضجة :

وقد ثبت من الدراسات المستفيضة أن التربة الناضجة تتكون فى فترة زمنية طويلة وتتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية.

نطاق (أ) سطح التربة : و يمتاز بوفرة المواد العضوية الناتجة من تحلل الكائنات الحية.

نطاق (ب) تحت التربة : ويمتاز بكونه مؤكسدا وقد يحتوى على رواسب ثانوية من الرمل والطمى مختلطة ببعض الرواسب المعدنية التى تسربت من التربة أعلاها.

نطاق (ج) المنطقة فوق الصخر الأصلى مباشرة: وتطرأ عليها تغيرات قليلة و تتكون من مواد صخرية متماسكة أو مفككة تكونت منها التربة وجذور النبات لا تخترق هذه الطبقة.

قطاع رأسى فى التربة الناضجة

أنواع التربة

(١) التربة الوضعية : حيث تتكون فى مكانها من نفس الصخر الذى أسفلها و تمتاز بأنها تشبة الصخر الأصلى الذى تقع فوقه فى التركيب الكيميائى و تختلف درجة التشابه بإختلاف نوع التأثير الجوى كما يلاحظ أن هذا النوع من التربة يمتاز بتدرج النسيج حتى تصل إلى الصخر الأصلى . مثلا نجد الصخر الأصلى تعلوه منطقة تشقق ثم منطقة جلاميد حادة الحواف ثم حصى حاد الزوايا ثم تربة خشنة ثم التربة الناعمة السطحية .

(٢) التربة المنقولة : وهى التى تفككت فى مكان ثم نقلت إلى مكانها الحالى وهى بطبيعة الحال تختلف فى أغلب الأحوال عن الصخر الذى تعلوه من جهة التركيب الكيميائى والمعدنى لذلك نجد أحياناً تربة طينية تعلو صخر رملى أو تربة رملية فوق صخر جيرى وتختلف كذلك فى النسيج فلا يوجد النسيج المتدرج ويوجد الحصى مستدير الزوايا . وتتعرض التربة دائما لعوامل التعرية والنقل المختلفة.

أسئلة

١- قل ما تعرفه عن : المصطبة ـ الغرود ـ مخروط السيل ـ مرحلة تصابى الأنهار

٢- اشرح تأثير الرياح الهدمى ؟

٣- ماذا يقصد بالهوابط و الصواعد وكيف تكونت؟

٤- ما الفرق بين عملية النقل فى كل من السيول و الأنهار ؟

٥- سطح الأرض يعتبر مسرحا لفعل العوامل المختلفة مثل الهدم و البناء والنقل، أذكر ذلك بالتفصيل .

٦- ما التربة و ما أنواعها ؟

٧- عرف التجوية؟ أذكر أنواع التجوية.

٨- ماهى التجوية الميكانيكية؟ اشرح العوامل المؤثرة عليها.

٩- الجرانيت صخر نارى جوفى.

أ) اذكر المعادن التى يتركب منها

ب) اشرح أثر التجوية الكيميائية على كل معدن من معادنه

١٠- اكتب عن النقل بالرياح. ماهى أهم رواسب الرياح؟

١١- قارن بين :

أ - التجوية الكيميائية والتجوية الميكانيكية.

ب - التميؤ والتحلل.

جـ - العمل الهدمى للأمطار والعمل الهدمى للمياه الأرضية.

د - الحاجز واللسان.

هـ - مظاهر النهر الناضج ومظاهر النهر الشاب.

١٢- علل :

أ - بعض الأنهار لها دلتاوات والبعض ليس به دلتاوات.

ب - يجب عدم استخدام الفحم كوقود فى المناطق الرطبة و الموجودة بها آثار مصنوعة من الحجر الجيرى.

جـ - الكوارتز يقاوم التجوية الكيميائية.

د - لرواسب الدلتا الشاطئية أهمية اقتصادية.

الجزء الثانى

العلوم البيئية

الباب الأول

مفاهيم بيئية

أهداف الباب الأول : -

على الطالب أن يتعرف بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب على المفاهيم الآتية :

١- يعرف مفهوم البيئة

٢- يتعرف على جوانب البيئة التي يعيش فيها

٣- يقارن بين مفهوم الايكولوجي (Ecology) ومفهوم البيئة (Environment)

٤ - يذكر أهداف علم البيئة كما يقدر دور علماء البيئة.

٥ - يميل إلى حماية البيئة وترشيد الاستهلاك.

٦- يميز العلاقة بين الكائنات الحية والأغلفة الثلاث (اليابس ، المائي ، الهوائي) .

٧- يقارن بين النظام الايكولوجي والمنظومة الايكولوجية .

٨ - يذكر خصائص النظام الايكولوجي .

٩ - يفسر أسباب وأهمية تعقيد النظام الايكولوجي .

١٠- يقارن بين السلاسل الغذائية البحرية والسلاسل الغذائية الصحراوية .

١١ - يوضح تأثير الضوء في حياة الكائنات الحية .

١٢ - يوضح تأثير درجة الحرارة في حياة الكائنات الحية .

١٣ - يفسر اختلاف درجة الملوحة في البحار المختلفة .

١٤- يشرح الاستقرار الحراري للمناطق الساحلية .

١٥ - يفسر اللون الأزرق لمياه البحار .

١٦ - يفسر بعض المشكلات التي تواجه الكائنات الحية في بيئاتها .

١٧- يفسر العلاقة بين وفرة المغذيات ووفرة الإنتاج السمكي .

١٨- يفسر أسباب المشكلات البيئية في القرن الحادي والعشرون .

١٩- يتعرف مفهوم كلا من المصطلحات الآتية :

التجرثم - التحوصل - البيات الشتوي - الخمول الصيفي

٢٠- يشرح العلاقة بين مكونات النظام الايكولوجي وسريان الطاقة ودوران المواد .

٢١- يرسم مخطط لتوضيح كيفية دوران المادة وسريان الطاقة فى النظام الايكولوجي .

٢٢ - يحلل بعض الرسوم مثل هرم الطاقة وشبكة الغذاء

مفهوم البيئة

يختلف مفهوم البيئة حسب طبيعة الشخص المتعامل معها فهناك بيئة زراعية وبيئة صناعية وبيئة ريفية وبيئة حضرية وبيئة تجارية إلى غير ذلك من البيئات ولكن ما البيئة علمياً ؟

هى كل ما يحيط بالإنسان من مكونات حية أو غير حية يؤثر فيها ويتأثر بها.

ويضم مفهوم البيئة المكونات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والثقافية والاقتصادية والسياسية التى يتفاعل بعضها مع البعض وهى تشمل ثلاث جوانب رئيسية تتناول : -

١- البيئة الطبيعية : التى يشترك فيها الإنسان مع سائر الكائنات الحية.

٢- البيئة الاجتماعية : التى يشترك الإنسان فيها مع أقرانه من بنى البشر. وتشمل مجموعة المؤسسات التى صنعها الإنسان لإدارة العلاقات بين أفراد المجتمع والمنشآت التى شيدها فيه.

٣- البيئة التكنولوجية : التى صنعها الإنسان بعلمه وتقدمه ، مثل المصانع والمدارس والطرق وشبكات الرى والصرف والسدود والخزانات للحفاظ على الماء ومراكز انتاج الطاقة وغير ذلك.

وقد اتسع مفهوم البيئة فلم يعد مقصورا على البيئة المحلية فقط وإنما امتد إلى الإقليمية ثم العالمية حتى شمل الكون كله.

علوم البيئة :

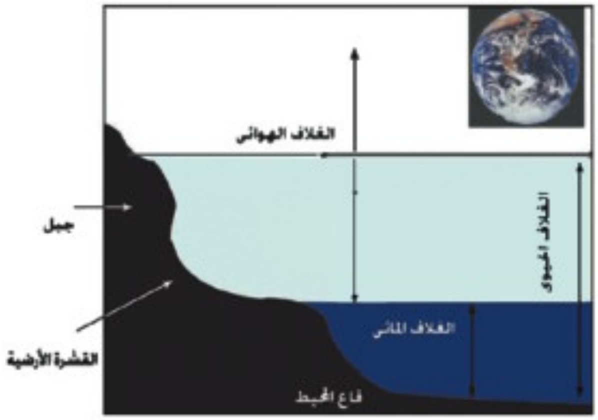
١- علم الايكولوجى Ecology : يعنى دراسة ما يحدد الحياة وكيفية استخدام الكائن الحى لما هو متاح له حيث يعيش ، وكلمة إيكولوجى مكونة من مقطعين يونانيين (Oikos) وتعنى مكان المعيشة. (Logus) وتعنى دراسة ، وقد أطلق هذه التسمية العالم الألمانى هيكيل Haekel سنة ١٨٦٩م .

٢- علم البيئة Environmental Science : فيعنى بدراسة التفاعل بين الحياة ومكونات البيئة ، أى أنه يتناول تطبيق معلومات فى مجالات معرفية منها الفيزيائية والكيميائية

والبيولوجية والاجتماعية والاقتصادية ، وهى تتهم بالمحافظة على البيئة ، وحسن استثمارها وعدم إهدارها كما يعنى بوقاية المجتمعات من الآثار الضارة التى تحدث بفعل الطبيعة ، أو نتيجة لتعامل الإنسان غير السوى مع البيئة .

الغلاف الحيوى :

درسنا فيما سبق مكونات الكرة الأرضية من أغلفة مختلفة ولكن هناك غلاف يجمع بين الغلافين الجوى والمائى والقشرة الأرضية والكائنات الحية التى تعيش على سطح الأرض هو الغلاف الحيوى فما المقصود بالغلاف الحيوى ؟ هو الحيز الذى توجد فيه الحياة على سطح الأرض ، وهو يمتد فى المسافة بين أكبر عمق فى البحار حتى أعلى ارتفاع فى الجبال بينهما حياة ، ولا يزيد أقصى سمك له عن ١٤ كم تقريبا ، ويشمل الغلاف الحيوى جميع الكائنات الحية وأجزاء من القشرة الأرضية والغلاف المائى والطبقات السفلى من الغلاف الهوائى ، وهى توفر الشروط والظروف الملائمة لحياة هذه الكائنات الحية على الأرض ، ولكى يستفيد منها الإنسان يجب أن يسير فى ثلاث خطوات وذلك باكتشاف فائدة لهذا المكون ، ثم يخترع وسيلة للحصول عليه ويطورها ثم يسعى لكى يجعله مورد دائم أو ثروة متصلة.



الغلاف الحيوى وعلاقته بالأغلفة الأخرى

يتكون الغلاف الحيوى من عدة وحدات أو نظم كل منها يسمى نظام إيكولوجى أو بيئى . لذلك فإن وحدة بناء الغلاف الحيوى هى النظام الايكولوجى أو البيئى (Ecosystem) ومن أمثلة تلك النظم : الغابة والصحراء والواحة والنهر والبحر .. إلخ. ويطلق اسم " نظام ايكولوجي" لوصف كل ما يتعلق بالكائنات الحية والمكونات الغير حية من تفاعلات وتبادلات فى حيز محدود من الطبيعة .

وقد أصبحت النظم الإيكولوجية موضع اهتمام العلماء دون إغفال لدراسة الكائن الحى سواء كان نباتا أو حيواناً وأثره فى البيئة فما تسفر عنه دراسة أى كائن حى تزيد من فهمنا لدراسة النظام الإيكولوجى ، والتحدى الذى يواجهه الإيكولوجيون اليوم هو محاولة معرفة ما يدور فى النظم البيئية وكيف تتغير هذه النظم بمرور الزمن. والواقع انه تحد كبير. فما يتم فى الطبيعة هو أمر على جانب كبير من التعقيد لأن الانسان جزء من النظام الإيكولوجى ، وله تأثير آخذ فى الازدياد

ودراسة النظم الإيكولوجية وعلاقتها بالإنسان شديدة الأهمية لأن حياتنا متوقفة على سلامة هذه النظم .

خصائص النظام البيئى (المنظومة البيئية)

بالرغم من اختلاف النظم الإيكولوجية إلا إنها جميعا تتميز بما يأتى :

أولا - تعدد المكونات :

يتكون النظام الإيكولوجى من مكونات غير حية تحدد نوع الحياة التى يمكن أن توجد فى النظام ، وكائنات حية تؤثر فى البيئة وتتأثر بها وتعتبر هذه المكونات جميعها عوامل مميزة للنظام الإيكولوجى ، ومعنى هذا أن هناك نوعين من العوامل :

١ - عوامل غير حية Non-living Factors وتضم ما يلى :

(أ) عوامل فيزيائية Physical Factors : هى عوامل المناخ كالحرارة والضوء والرياح والموقع من سطح البحر وخط العرض ....ألخ

(ب) عوامل كيميائية Chemical Factors: هى عوامل تتناول الجانب الكيميائى كأثر زيادة أو نقص بعض العناصر والمركبات الكيميائية ، الحامضية ، القاعدية وأملاح التربة ....ألخ

٢ - عوامل أحيائية Living Factors :

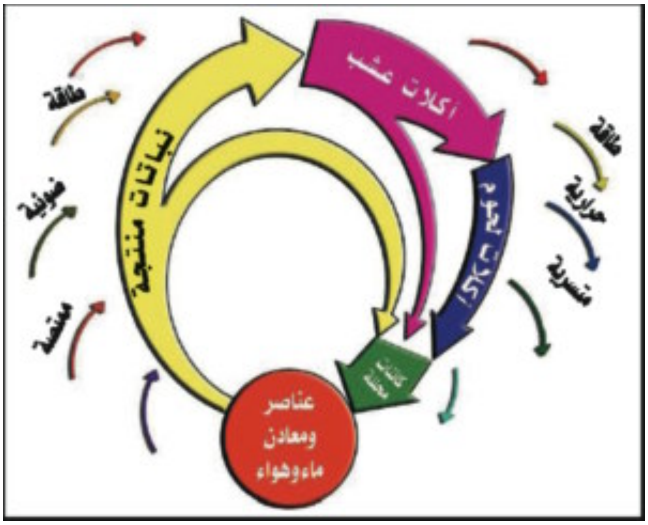
تضم جميع الكائنات الحية الموجودة فى النظام وتأثيراتها فى بعضها البعض وفى البيئة بوجه عام ، يلاحظ أن الكائنات الحية فى أى نظام إيكولوجى تضم ثلاث مجموعات من الكائنات (شكل ٢) وهى :

(أ) كائنات منتجة للغذاء Producers: هى النباتات الخضراء التى تحول طاقة الشمس الإشعاعية إلى طاقة كيميائية مدخرة فى الغذاء عن طريق عملية البناء الضوئى . وتعتمد سائر الكائنات الحية على النباتات الخضراء بصورة مباشرة وغير مباشرة .

(ب) كائنات مستهلكة للغذاء Consumers : هى الكائنات التى تعتمد على النباتات الخضراء كغذاء لها ، وبعضها يتغذى مباشرة على النباتات (حيوانات عشبية) والبعض

الآخر يتغذى على حيوانات سبق أن تغذت على النبات (حيوانات مفترسة - آكلات اللحوم) .

(ج) كائنات محللة Decomposers : هى كائنات مجهرية تتخذ من أجسام النباتات والحيوانات الميتة غذاء لها ، فتحلل هذه الأجسام مستمدة منها الطاقة ومخلفة أملاحا ومواد أخرى تعود إلى التربة .



نموذج لكائنات ومكونات النظام الايكولوجى
وعلاقتها بسريان الطاقة ودوران المواد

من أمثلة الكائنات المحللة البكتريا والفطريات الرمية وهى تمثل فى أى نظام بيئى حارس الطبيعة فبدونها لا يتم تحلل بقايا الحيوانات والنباتات كما أن الكائنات المحللة هى التى تطلق مركبات عناصر (الكربون ، الفوسفور ، النيتروجين وغيرها...) إلى التربة حيث يعاد استخدامها لتؤمن بذلك استمرار النظام الإيكولوجي. وهذه العوامل جميعها - الحية وغير الحية - ليست منعزلة بعضها عن البعض الآخر إذ أن جميعها فى تفاعل مستمر ، وهى بذلك تشكل كيانا متوازناً وتعطى جانبا كبيراً من الاستقرار ، ونتناول بعد دراسة باقى الخصائص عاملين من هذه العوامل هما على سبيل المثال الضوء ودرجة الحرارة كلا على حده ، ولكن يجب أن نتذكر دائما أن أى كائن حى يعيش فى نظام بيئى معين يتأثر به ويؤثر فيه بدرجات مختلفة ويستجيب لجميع العوامل فى نفس الوقت كما يؤثر بدوره فى تلك العوامل بدرجات مختلفة

ثانيًا - تشابك العلاقات :

يكون أى نظام بيئى على جانب من التعقيد وذلك لما يحويه من عوامل فيزيائية وكيميائية وكائنات حية متنوعة ، وعلاقات متبادلة ومتشابكة بين هذه الكائنات الحية من جهة ، وبين العوامل غير الحية من جهة أخرى ، ومعنى هذا وجود شبكة من العلاقات الغذائية داخل النظام البيئى . وهذا التعقيد هو أحد العوامل الأساسية فى سلامة كل نظام بيئى . إذ أنه يحد من أثر التغيرات الإيكولوجية

شبكة غذائية

، أما إذا تتابعت التغيرات البيئية فإنها تحدث خلخله فى توازن النظام البيئى واستقراره لفترة تطول أو تقصر حسب مسببات هذا التغير

ثالثا : الاستقرار مع القابلية للتغير:

يقصد باستقرار النظام البيئى قدرته على العودة إلى وضعه الأول بعد أى تغير يطرأ عليه ، وذلك دون حدوث أى تغير أساسى فى تكوينه ، وتتجه النظم البيئية إلى الاستقرار، وذلك لأن تعدد الأنواع المكونة للنظام البيئى يزيد من علاقاتها المتبادلة ، وبالتالى استقرار النظام البيئى وبالتالى التوازن الطبيعى البيولوجى داخله . فإذا حدث تغير بسيط فى بعض العوامل فإن النظام البيئى يتأثر بهذا التغير ولكن سرعان مايعود إلى الاستقرار، أما إذا كان التغير كبيرا فإنه يؤدى إلى الإخلال بتوازن النظام البيئى القائم ثم حدوث توازن آخر جديد بعدالتغير .

رابعا – استخدام الفضلات :

من خصائص النظام البيئى أنه يستخدم فضلاته ، فإذا أخذنا النظام البيئى البحرى كمثال فإننا نجد أن الأسماك تخرج فضلات عضوية تستعمل بعد تحللها كغذاء للطحالب التى تتغذى عليها الأسماك وهكذا لا تبقى هذه الفضلات فى ماء البحر الذى يظل محتفظا بصفاته كما أن الكائنات الحية البحرية تخرج ثانى أكسيد الكربون فى عملية التنفس فتستخدمه النباتات البحرية فى عملية البناء الضوئى الذى ينتج عنها بالإضافة إلى المواد العضوية غاز الأكسجين اللازم لعملية التنفس ... وهكذا تظل نسبة الغازين ثابتة فى الماء .

الآن بعد أن درسنا خصائص النظم البيئية ندرس أثر عاملين من العوامل الفيزيائية غير الحية فى النظام البيئي

الشمس مصدر الضوء والحرارة ، وكلاهما من العوامل الفيزيائية غير الحية فى النظام البيئى ، فالضوء هو الجزء المرئى من طاقة الشمس ، أما الحرارة فهى الجزء المحسوس منها.

١- الضوء وتأثيره البيئي

يعتبر الضوء من أهم العوامل المؤثرة فى النبات والحيوان كما يتضح فيما يلى :

(أ) الضوء وعملية البناء الضوئى :

لا تتم عملية البناء الضوئى فى النباتات الخضراء إلا فى وجود الضوء فإذا توفر الضوء فان الكلوروفيل يمتص الموجات الضوئية التى تقع أطوالها بين (٣٩٠ - ٧٨٠ نانومتر) لتقوم البلاستيدات الخضراء بعملية صنع الغذاء ، وفى هذه العملية يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية وهى الأساس الذى تستمد منه الكائنات المستهلكة والمحللة ما تحتاج إليه من غذاء لتوليد الطاقة (النانومتر=١× ١٠$^{-٩}$متر)

(ب) الضوء وعملية الانتحاء :

الانتحاء هو الحركة الموقعية للنبات دون انتقال الجسم من مكانه نتيجة للنمو فى اتجاه يحدد موقع المؤثر من النبات ، فإذا كان اتجاه النمو نحو المؤثر كان الانتحاء ايجابيا ، أما إذا كان النمو فى عكس اتجاه المؤثر ، أى بعيد عنه ، كان الانتحاء سلبيا .

وقد سبق لك أن درست أن ساق النبات منتحية ضوئية موجبة ، وهذا الانتحاء يرجع إلى استطالة خلايا الساق البعيدة عن الضوء بدرجة أكبر من خلايا الساق المواجهه للضوء ، نظرا لأن تركيز الأكسينات (المواد المحفزة للنمو) فى الجانب المظلم يكون أعلى من الجانب المضئ فتستجيب خلايا الساق للنمو بصورة أكبر فى الظلام عنها فى الضوء.

(ج) الضوء والإزهار فى النبات :

يمر النبات أثناء نموه بمرحلتين متتاليتين هما :

مرحلة النمو الخضرى : وفيها تنقسم خلايا الجنين عند إنبات البذور فيتكون الجذر والساق والأوراق .

ومرحلة الإزهار والإثمار : وفيها تتكون الأزهار ثم الثمار وتبدأ بعد فترة من النمو الخضرى نتيجة حدوث تفاعلات داخلية عديدة، وهاتان المرحلتان تتأثران بعوامل النظام البيئى ، فقد تكون هذه العوامل ملائمة لحدوث المرحلتين، أو قد تكون ملائمة لحدوث النمو الخضرى دون الإزهار.

ونذكر على سبيل المثال نبات القمح الذى يزرع عادة خلال شهرى أكتوبر ونوفمبر فيزهر و يثمر فى شهرى مارس وإبريل . فإذا زرع القمح خلال شهرى فبراير ومارس فانه ينمو خضريا فقط دون أن يزهر وذلك لعدم ملائمة العوامل البيئية للتغيرات الداخلية اللازمة لكى يصل النبات إلى مرحلة الإزهار . ويتضح من هذا المثال أن التواقت الضوئى المناسب لزراعة النبات يعد عنصر أساسى للإزهار والإثمار بعد وقت مناسب ، ويقصد بالتواقت الضوئى للنبات العلاقة بين فترة الإضاءة التى

يحصل عليها النبات وفترة الإظلام التى يتعرض لها بعد ذلك بالتعاقب كل ٢٤ ساعة ، وتقسم النباتات من حيث علاقتها بالتواقت الضوئى إلى نباتات تحتاج إلى فترة إضاءة طويلة وفترة إظلام قصيرة ، وأخرى تحتاج إلى عكس ذلك ، وثالثة لا تتأثر كثيرا بطول أو قصر فترة الإضاءة أو الإظلام المتعاقبتين .

(د) الضوء وتوزيع الكائنات الحية :

الضوء من أهم العوامل المؤثرة فى توزيع الكائنات الحية فى الماء واليابسة.

١ - فى الماء يحدد العمق الذى يصل إليه الضوء وجود نوعيات معينه من الكائنات حيث نجد أن الطحالب مثلا تختلف فيما بينها فى حاجتها إلى نوعية وكمية الضوء اللازم للقيام بعملية البناء الضوئى ، فمثلا :

تحتاج الطحالب الحمراء مثلا إلى كمية ضوء قليلة نسبيا ولهذا تستطيع أن تكون غذائها حتى عمق ٢٥ مترا ، أما الطحالب البنية فإنها لا تستطيع أن تكون غذائها عند عمق أكثر من ١٥ مترا فى حين أن الطحالب التى تثبت نفسها فى القاع وطرفها الآخر سائب تستطيع أن تنمو عند عمق ١٢٠ متر.

فى الوقت الذى لا تستطيع فيه النباتات الوعائية فى المياه العذبة أن تعيش عند عمق أكثر من عشرة أمتار. ومعنى هذا أن الضوء يتحكم فى توزيع الكائنات الحية عند مختلف الأعماق .

٢ - على اليابسة يظهر أثر الضوء فى توزيع الكائنات الحية بوضوح عند المقارنة بين منطقتين كما يلى :

• منطقة صحراوية : حيث تتميز بزيادة كمية الضوء ويصاحبها ارتفاع فى درجة الحرارة وانخفاض فى الرطوبة النسبية ، وندرة الكائنات الحية مع تكيفها مع ظروف بيئتها من حيث شدة الحرارة والجفاف .

• منطقة غابات استوائية : أما الغابات الاستوائية فتمتاز بقلة الضوء أسفل الأشجار الضخمة نظراً لكثافة نباتاتها وبارتفاع الرطوبة النسبية فيها ، وغنية بالكائنات الحية نباتية وحيوانية ومتكيفة مع هذه البيئة .

(هـ) الضوء ونشاط الحيوانات :

لضوء الشمس أثر ملموس فى نشاط الحيوانات ، ويمكن تقسيم هذا النشاط على أربع فترات ضوئية خلال اليوم هى :

- فترة الفجر : وفيها يقل نشاط الحيوانات الليلية بصورة تدريجية ثم تعود إلى ملاجئها.
- فترة النهار : وفيها تنشط الحيوانات النهارية.
- فترة الغسق : وفيها يقل نشاط الحيوانات النهارية بصورة تدريجية ثم تعود إلى ملاجئها.
- فترة الليل : وفيها تنشط الحيوانات الليلية.
- هذا وقد ثبت أن لضوء القمر أيضاً تأثيراً ملموساً فى أحياء الشواطئ البحرية التى تتعرض للمد والجزر ، فبعض الأحياء تنشط عندما تغمرها مياه المد وتبقى غير نشيطة عند تعرضها للجزر أثناء انحسار مياه المد.

(و) الضوء وهجرة الحيوانات :

الهجرة ظاهرة حيوية ذات طبيعة دورية تتم بانتقال جماعة معينه من الحيوانات خلال أوقات أو مواسم معينه وتتميز بصفات بيئية دورية تتكرر يومياً أو موسمياً أو سنوياً أو كل بضع سنوات ، كما تحدث الهجرة أيضاً بفعل عوامل فسيولوجية داخلية ، وهناك أنواع عدة من الهجرة نكتفى بذكر نوعين منها :

- الهجرة اليومية وندرس فيها صورة لهجرة برية وصورتين لهجرة مائية ، هجرة الحيوانات البرية التى تعيش مجتمعة كما فى العصفور الذى يهاجر يومياً إلى أماكن تغذيته ثم يعود إلى عشه ، هجرة الكائنات التى تعيش فى البحار والمحيطات حيث تتحرك الأحياء الهائمة فى الماء لتصعد إلى السطح أو تهبط إلى القاع يومياً ، فالقشريات الهائمة مثلاً تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية فتظل طوال النهار على عمق يقدر بحوالى سبعة وعشرين متراً وتهاجر فى الليل إلى السطح ويرجع السبب فى هذه الهجرة إلى تأثير الضوء وقد يحدث العكس بالنسبة لأحياء أخرى ، وتخرج بعض الأسماك من المياه العميقة ليلاً إلى المياه الضحلة لوضع البيض ثم تعود إلى المياه العميقة فى النهار.

وهكذا تتباين استجابات الحيوانات المائية، ويتوقف ذلك على الحالة الفسيولوجية والعمق والموسم والمرحلة التى يمر بها الكائن الحى من تاريخ حياته.

- الهجرة الموسمية التى تشاهد فى السلاحف الصحراوية التى تتجمع فى أنفاق طويلة تحت الأرض فى الشتاء ثم تخرج منها فى فصل الربيع لتعود إليها فى الشتاء التالي، كما تشاهد أيضا

فى الطيور بشكل واضح ويعتبر طول فترة النهار (زيادته فى الربيع ونقصه فى الخريف) عاملا هاماً فى إطلاق الهجرة بشكل منتظم ودورى ، فقد ثبت أن طول فترة النهار يؤثر فى نشاط الطيور الذى يؤثر بدوره فى حجم الغدد الجنسية الذى يزداد بزيادة طول فترة النهار ويقل بنقصانها.

٢ - درجة الحرارة وتأثيرها البيئي

يتجلى تأثير درجة الحرارة فى الأحياء بوضوح عندما نقارن بين أحياء تعيش عند أحد القطبين وأخرى تعيش فى المنطقة الحارة الاستوائية ، أو عندما نقارن بين فاعلية النمو والتكاثر فى فصل الصيف وفصل الشتاء .

وتتأثر هذه الفاعلية تأثراً واضحاً إذا كانت درجة الحرارة أقل من الصفر المئوى أو أعلى من ٥٠°م غير أن هناك بعض الأحياء المجهرية التى تتحمل درجات حرارة تقل عن الصفر وأخرى تتحمل درجات حرارة أعلى من ٥٠°م ، وذلك أن فاعلية الكائن الحى يحددها المدى الذى يبقى فيه البروتوبلازم حيا

وعندما تصبح درجة الحرارة غير مناسبة قليلا فى الوسط الذى يعيش فيه الكائن الحى هبوطاً أو صعوداً فإنه يلجأ إلى السكون ويبدو هذا واضحاً فى تكوين الجراثيم فى حالة البكتيريا أو تكوين الحويصلات فى حالة الحيوانات الأولية.

بينما تلجأ بعض الحيوانات الفقارية كالبرمائيات والزواحف إلى البيات الشتوى عندما تنخفض درجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه ، فى حين تلجأ حيوانات أخرى لافقارية مثل الرخويات والحشرات إلى الخمول الصيفى عند تعرضها للحرارة المرتفعة نسبياً.

وفى كلتا الحالتين يمر الحيوان بفترة سكون يكاد ينعدم فيها النشاط الحيوى لأجهزة الجسم باستثناء الأجهزة الضرورية لبقاء الحيوان حيا.

وتلجأ بعض الحيوانات الأخرى إلى الهجرة لمناطق تكون درجة حرارتها أكثر ملائمة لها.

ويلاحظ أن الماء يتميز بخصائص حرارية ينفرد بها يتم شرحها فى العوامل غير الحية فى النظام البحري. والآن بعد دراستنا لأثر عاملين من عوامل النظام البيئى وهما الضوء

والحرارة نلمس مدى ما يمكن أن تحدثه العديد من العوامل البيئية الأخرى من أثار على النظام البيئى .

الآن بعد أن درسنا خصائص النظم البيئية ندرس مثالين لهما نظام بيئى بحرى وآخر برى.

١- النظام البيئى البحري: Marine ecosystem

تغطى مياه البحار والمحيطات والخلجان والأنهار حوالى ٧٢٪ من سطح الأرض فيما يعرف بالغلاف المائى (Hydrosphere) ونظرا لاتصال مياه البحار والمحيطات بعضها ببعض فهى تشكل بيئة ثابتة نسبياً عن البيئات الأرضية التى تتفاوت فى ظروفها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية نظرا لانفصالها على شكل قارات وجزر متباعدة ، كما أنها تكون بيئات مناسبة لكثير من الأحياء النباتية والحيوانية والدقيقة.

ويمكن دراسة البحار كنظام بيئى متصل كما يمكن دراستها على شكل أنظمة أصغر كالبيئة الساحلية أو العميقة أو فى جزء معين من أى بحر أو محيط حسب الظروف فى كل منها ، ويحكم النظام البيئى البحرى عامة عدد من العوامل الطبيعية والكيميائية من أهمها ما يلي:

(أ) المحتوى الملحى :

تتفاوت درجة تركيز الأملاح المذابة فى مياه البحار حسب كمية الأمطار أو المياه الساقطة من المصبات أو الثلاجات القطبية كما تتأثر بدرجة تبخر المياه بفعل الحرارة السائدة ويبلغ متوسط الملوحة فى البحار حوالى ٣٥ جرام فى اللتر . وهناك بعض البحار أو الخلجان التى ترتفع درجة الملوحة فيها إلى ٤٠ جرام/لتر أو أكثر كما فى البحر الأحمر والخليج العربى بسبب زيادة البخر ونقص الأمطار أو مصبات الأنهار ، وعلى العكس تقل كثيراً درجة الملوحة فى بعض البحار إلى ٢٠ جم/لتر أو أقل مثل بحر الشمال وبحر البلطيق بسبب نقص البخر وزيادة السيول والأنهار ، وهكذا تتفاوت درجة ملوحة البحار تبعاً لظروف المناخ حولها .

ومن أهم الأملاح المذابة فى مياه البحار والمحيطات كلوريد الصوديوم وكلوريد الماغنسيوم وكلوريد البوتاسيوم وبيكربونات الكالسيوم وأملاح البروم واليود ، كما يحتوى ماء البحر على نسب قليلة جدا من أملاح الفوسفور والنيتروجين والمنجنيز والحديد والنحاس والنيكل وبعض العناصر المشعة.

(ب) وفرة المغذيات :

تتوفر فى المياه السطحية أملاح الفوسفات والنترات مما يساعد فى تكوين البروتين فى خلايا النباتات البحرية ، ويعمل على نمو تلك النباتات وتكاثرها . وتدور هذه العناصر بين الأحياء والمياه

فى دورات منتظمة تبدأ بتحررها من أجسام الأحياء بعد موتها وترسبها نحو القاع . وكلما كانت المياه متحركة وبها تيارات صاعدة ، زاد توفر العناصر المغذية فيها مما يعمل على ازدهار الحياة النباتية فى طبقات المياه العليا وتزداد الحيوانات التى تتغذى عليها وتكثر الأسماك تبعا لذلك. ولذا تعد وفرة المغذيات فى أى منطقة بحرية مؤشرا على وفرة الإنتاج السمكى فيها.

(جـ) درجات الحرارة :

يلاحظ أن الماء يتميز بخصائص حرارية ينفرد بها فإن مدى التغير فى درجات الحرارة صغيراً كما أن هذا التغير يحدث ببطء ويسيطر تباين درجات حرارة مياه المحيطات بين المناطق الاستوائية والقطبية على توزيع العديد من الكائنات الحية ، كما أن هناك تدرج حرارى فى الماء فلو أننا اتخذنا إحدى البحيرات مثالا سنجد أن توزيع الحرارة فى مياهها يختلف باختلاف الموسم الواحد ، ففى فصل الصيف ترتفع درجة حرارة المياه السطحية بينما تكون درجة حرارة مياه القاع منخفضة ، وفى فصل الشتاء يحدث العكس ، وما إن تنخفض درجة حرارة المياه السطحية فى المناطق القطبية إلى ٣°م حتى يتمدد الماء (تمدد شاذ بعكس جميع السوائل) وتصبح كثافته أقل فيطفو على السطح ثم يتجمد مما يحافظ على الأحياء المائية أسفله من التجمد.

تتراوح درجة الحرارة حول ٣٠ °م فى مياه البحار الدافئة بقرب خط الاستواء وتقل تدريجياً كلما اتجهنا شمالاً أو جنوباً حتى تصل إلى درجة التجمد عند القطبين ، كما تتدرج الحرارة فى الهبوط من السطح إلى القاع ، بينما تتغير درجة الحرارة فى المياه السطحية حسب الفصول وتقلبات الجو وعوامل المناخ ، وتختزن مياه البحر كمية كبيرة من الحرارة التى تمتصها من أشعة الشمس نهاراً ثم تسربها ليلاً إلى الفضاء واليابسة المحيطة - مما يوفر الدفء للمناطق الساحلية التى تنعم بالاستقرار الحرارى عن المناطق القارية البعيدة عن البحار والتى تتقلب فيها الحرارة ليلاً ونهاراً وفى الفصول المختلفة .

(د) شدة الاستضاءة :

تعتمد شدة الإضاءة فى البحار على كمية الضوء النافذ خلال ماء البحر والذى ينعكس جزء منه ويمتص جزء آخر ، وينفذ الجزء المتبقى حسب طول الموجة إلى عمق معين ، فالأشعة الحمراء طويلة الموجة تمتص فى الطبقات العليا للماء بينما تنفذ الأشعة الزرقاء والبنفسجية قصيرة الموجة إلى المياه الأكثر عمقاً (واليها يعزى اللون الأزرق لمياه البحر) . ولذا تكون المياه السطحية جيدة الاستضاءة حتى حوالى ٢٠٠ متر فى العمق ، بينما تقل الإضاءة تدريجياً حتى عمق ٥٠٠ متر تقريبا ، ثم يتلاشى الضوء بعد ذلك حيث يسود الظلام التام باقى عمق الماء . ويلعب الضوء النافذ فى المياه السطحية للبحر دورا مهماً فى حياة الكائنات النباتية فتنتشر حيث يوجد الضوء التى تعتمد عليه فى عملية البناء الضوئى ، وتغيب تماما عن المياه المظلمة ، ويؤثر ذلك أيضا فى توزيع الأحياء التى تعتمد على تلك الكائنات فى غذائها .

(هـ) عمق الماء :

يتراوح عمق مياه البحار من بضعة أمتار عند الشواطئ والخلجان إلى عشرة كيلومترات أو أكثر فى بعض المحيطات حيث توجد الخنادق السحيقة ولكن البحار كالبحر المتوسط يصل عمقها لحوالى ٤٠٠٠ م بينما البحر الأحمر لا يتجاوز عمقه عن ٢٥٠٠ م و الخليج العربى لا يتعدى عمق الماء فيه عن ٨٠ متراً.

(و) ضغط الماء :

يتزايد ضغط عمود الماء بمعدل ضغط جوى لكل عشرة أمتار تحت الماء بالإضافة للضغط الجوى على سطح البحر ، فإذا أراد الإنسان أن يغوص فى البحر إلى عمق ٢٠ متراً مثلاً فسوف يتحمل ضغطاً يساوى ٣ ضغط جوى ، وإذا هبط إلى عمق ١٠٠ متر فعليه تحمل ١١ ضغط جوى ، ويتعذر ذلك بدون جهاز الغطس المخصص لذلك . لكن الحيوانات التى تعيش عند الأعماق تتزود بقدرات جسمية وفسيولوجية تمكنها من تحمل الضغط الزائد بالإضافة إلى القدرة على الحياة فى ظروف الأعماق من برودة شديدة وظلام دامس .

(ز) حركة المياه :

تتأثر الحركة السطحية للمياه (الأمواج) باتجاه الرياح وحركة المد والجزر وموقع الشاطئ من المساقط والمصبات . أما التيارات المائية سطحية كانت أو رأسية والتى تتخذ مسارات معينه فتوجهها حركة دوران الأرض واختلاف درجة الحرارة التى تؤثر على كثافة الماء ، مما يؤثر على توزيع الأحياء البحرية وانتشارها.

وتعرف العوامل السابقة بالعوامل غير الحية .

سلاسل الغذاء البحرية

أما العوامل الحية فتتجلى فى سلاسل الغذاء البحرية التى تربط بين الأحياء البحرية المختلفة والتى تقطن هذا النظام وتتفاعل مع العوامل المختلفة وهى:

١- الهائمات البحرية أو العوالق (plankton) : كائنات نباتية أو حيوانية دقيقة الحجم أو مجهرية غالباً تنتشر فى الطبقات السطحية للنظام البحرى وعلى امتداد المنطقة المضيئة من عمود الماء حيث تحملها الأمواج بلا مقاومة نظرا لضآلة أجسامها ، وتنقسم إلى مجموعتين هما :

سلاسل الغذاء فى البحر

• **هائمات نباتية :** وهى مجموعة كبيرة تحوى مادة الكلوروفيل ، تمتص الطاقة الضوئية النافذة لبناء المواد الغذائية ، وتعتبر بذلك كائنات منتجة للغذاء وتمثل حجر الأساس فى تحضير الغذاء لباقى الأحياء البحرية ، وتعرف بالحلقة الأولى فى سلاسل الغذاء البحرية . وسواء كانت طحالب بحرية طافية أو مثبته بالصخور الشاطئية فإنها تقوم بتحضير الغذاء وإمداد الحيوانات البحرية به كغذاء عشبى.

• **هائمات حيوانية :** مجموعة كبيرة من الأوليات والديدان والقشريات الدقيقة واليرقات المختلفة ، تتغذى جميعها بالهائمات النباتية وتوجد بالقرب منها فى المياه السطحية. وهى الحلقة الثانية من السلسلة البحرية

٢ - مجموعة آكلات اللحوم : وتتمثل فى عدة حلقات هي:

• **الحلقة الثالثة :** والتى تشمل العديد من الأسماك الصغيرة والقشريات والرخويات.

• **الحلقة الرابعة :** الأسماك الكبيرة التى تتغذى على القشريات والأسماك الصغيرة.

• **الحلقة الخامسة :** الأسماك الأكبر كسمك القرش والثدييات البحرية كسباع البحر والدلافين وتشاركها بعض الطيور البحرية كالنورس والعقاب والبطريق

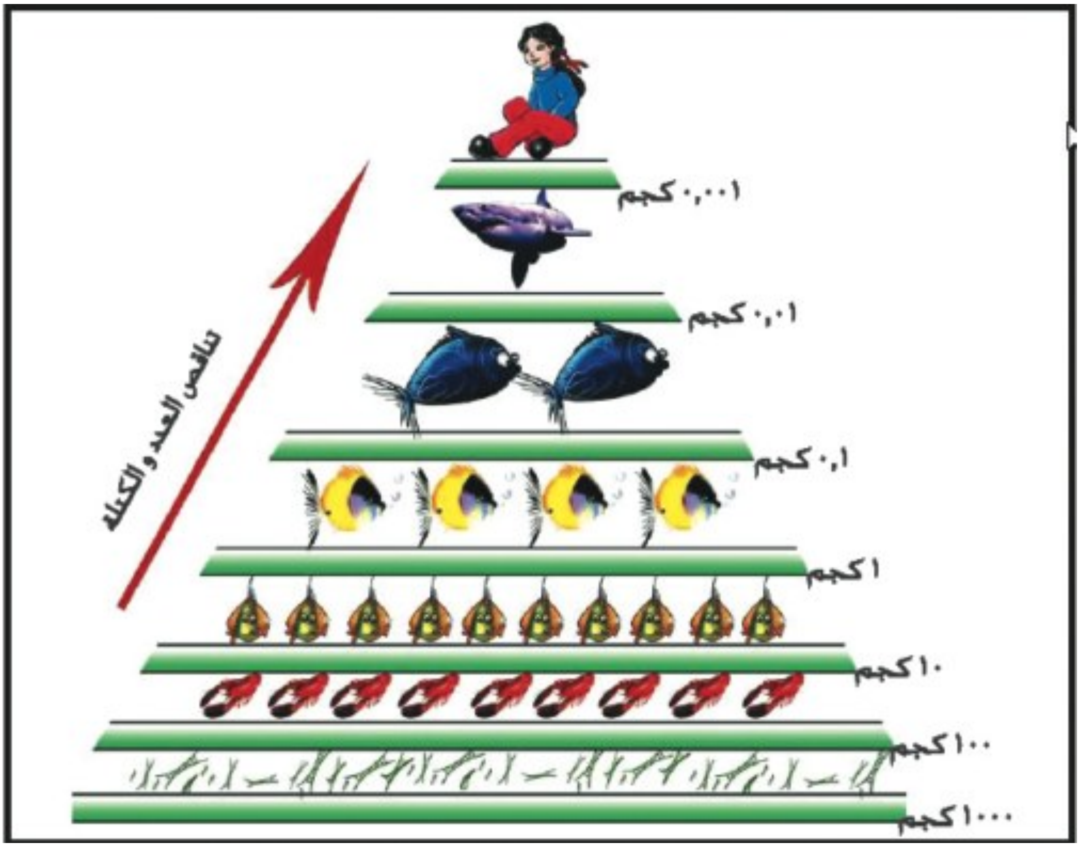
• الحلقة السادسة : تشمل الحيتان التى تفترس ما تطوله من تلك الحيوانات.

• ويأتى الانسان ليتربع على قمة هرم الغذاء البحرى فهو يصيد الأسماك المختلفة ويصيد القروش والحيتان

٣ - مجموعة الكائنات الرمية : توجد بين حلقات سلاسل الغذاء السابقة أشكال رمية تشمل:

• الديدان وأسماك القاع التى تتغذى على أشلاء الحيوانات الميتة وبقاياها المتساقطة من السطح.

• البكتريا والفطريات المحللة : تحلل أجسام وأشلاء الكائنات البحرية التى أدركها الموت إلى عناصرها البسيطة وتعود إلى البيئة فتدور بذلك المركبات الكيميائية مع التيارات البحرية وحركة الأمواج إلى المياه السطحية لتشارك فى بناء الهائمات النباتية من جديد ، وبذلك تكتمل حلقات السلسلة البحرية التى تبدأ بالكائنات المنتجة للغذاء تليها كائنات مستهلكة وأخيراً كائنات محللة. فتدور المركبات الكيميائية بين الأحياء والماء. أما الطاقة فإن نسبة منها تنتقل بين الحلقات وتتحرر نسبة أخرى فى الفضاء خلال تنفس الأحياء ونشاطها اليومى .



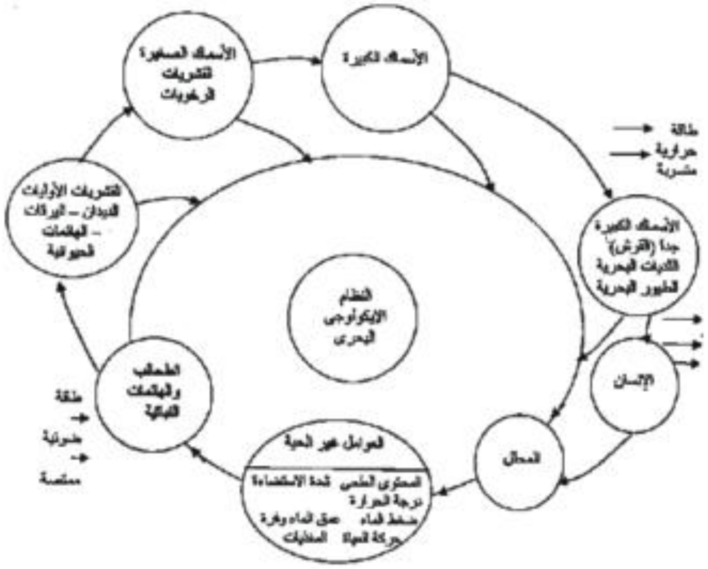
هرم الطاقة فى البحر

خصائص سلاسل الغذاء البحرية :

الاحياء البحرية معظم حلقاتها آكلة لحوم مفترسة عدا القليل منها آكله نباتات مثل الهائمات الحيوانية .. فتتسم الحياة البحرية لذلك بطول سلاسل الغذاء وتعدد حلقاتها مما يتسبب عنه إهدار نسبة كبيرة من الطاقة تفقد خلال انتقالها من حلقة لأخرى .

وقد قدر العلماء بأن الطاقة تتناقص إلى العشر تقريباً عند الانتقال من مستوى غذائى لآخر. فإذا بدأنا بكمية من الهائمات النباتية وزنها ١٠٠٠ كجم مثلاً (على اعتبار أنها تنتج كما معيناً من السعرات الحرارية) فإن ما يعادل ١٠٠ كجم منها فقط ينتقل إلى الحلقة التالية فى الهائمات الحيوانية وتصبح ١٠ كجم فى الأسماك الصغيرة و١ كجم فى الأسماك الكبيرة و٠,١ كجم فى القرش ثم ٠,٠١ كجم فى الحوت وأخيراً تصبح ٠,٠٠١ كجم فى الإنسان لو تغذى على تلك الأنواع.

ولكى يمكن الاستفادة بنسبة أكبر من الطاقة الانتاجية للبحار ينبغى الاعتماد على الحلقات الغذائية الأولى فى السلسلة وليس التالية أو الأخيرة ، ولهذا تجرى البحوث حول تنمية الهائمات النباتية والحيوانية (البلانكتون) وجمعها كغذاء للإنسان أو علف للماشية لتوافرها وسرعة تكاثرها ووفرة ما بها من طاقة.



نموذج لكائنات ومكونات النظام الايكولوجى البحرى

النظام البيئى الصحراوى Desert Ecosystem

سبق أن علمت أن البيئات الأرضية أو البحرية أكثر تنوعاً من البيئات المائية . وتنقسم البيئات الأرضية إلى عدد من الوحدات أو النظم الايكولوجية الكبرى التى تتوزع على سطح الأرض كأحزمة عريضة تبدأ عند القطبين بمنطقة التندرا شديدة الرطوبة والبرودة قليلة الأحياء وتنتهى عند خط الاستواء بالغابات الاستوائية الكثيفة شديدة الرطوبة مزدحمة الأحياء وبين هذه وتلك توجد عدة مناطق تتدرج من الغابات الصنوبرية إلى متساقطة الأوراق إلى المراعى فالصحراء ، ويمكن دراسة النظام الصحراوى كنموذج للنظم البرية.

المناطق الصحراوية فى العالم

تشغل الصحراء حوالى خمس مساحة اليابسة كلها وتنتشر حول خط عرض ٣٠ شمال وجنوب خط الاستواء فى شمال أفريقيا ووسط آسيا والجزيرة العربية وأمريكا الجنوبية واستراليا وهى مناطق قاحلة شديدة الجفاف حيث يقل متوسط الأمطار فيها عن ٢٥ سم٣ فى السنة.

وتقدر مساحة الصحراء الكبرى التى تمتد من المحيط الأطلنطى غربا إلى البحر الأحمر شرقا بحوالى ٣,٥ مليون ميل مربع وتجمع أراضيها بين التراكيب الجبلية الصخرية والكثبان الرملية والمسطحات الرسوبية ورغم صعوبة الحياة فى البيئة الصحراوية ، حيث تكاد تنعدم فى بعض مناطقها لكن فى بعضها الآخر يوجد العديد من الأحياء النباتية والحيوانية ، التى تكيفت لتتحمل الجفاف والحرارة نهاراً أو البرودة ليلاً وكثرة العواصف وشدة الضوء... ألخ.

السلسلة الغذائية فى النظام الصحراوى : تبدأ بكائنات منتجة ثم الكائنات المستهلكة ثم المحللة كما يلى :

١- كائنات منتجة : وهو غطاء نباتى متناثر يتميز إلى نوعين :-

(أ) كساء خضرى مؤقت وهو نباتات حولية تظهر عقب الأمطار فى الشتاء فقط ولا تلبث أن تذوى بحلول الجفاف فى الصيف وتتلاشى بعد ترك بذورها فى التربة. وعلى ذلك فهى نباتات عادية ليست متخصصة تماماً لحياة الصحراء لكن بقاءها مرتبط بوفرة الماء فى التربة .

(ب) كساء خضرى دائم يتكون من نباتات صحراوية حقيقية فى شكل أعشاب وشجيرات وأشجار معمرة تنمو متباعدة وتتميز بزيادة نسبة المجموع الجذرى (سواء فى الطول أو الحجم أو الوزن) إلى نسبة المجموع الخضرى حيث وصلت فى بعض النباتات ٨٠ م مجموع جذرى إلى ٣,٥ م مجموع خضرى . كما تتميز الجذور إلى نوعين ، أحدهما يمتد رأسيا إلى أعماق التربة لامتصاص الماء الجوفى العميق والآخر يمتد أفقياً تحت سطح التربة لامتصاص قطرات الندى المتساقطة فى الصباح على سطح التربة وذلك للاستفادة القصوى من الماء النادر فى الصحراء وتتميز نباتات الصحراء أيضاً بسمك غطائها من الكيوتين للحماية من البخر واختزال الأوراق للاحتفاظ بالماء من عوامل النتح.

نباتات صحراوية

الصبار

٢- كائنات مستهلكة للغذاء : وتنقسم إلى نوعين هما :

(أ) آكلات عشب : تتغذى على النباتات الصحراوية المتباعدة أنواع متعددة من الحشرات الصحراوية كالجراد والخنافس وبعض الزواحف وقد اكتسبت هذه الكائنات أغطية جافة محكمة حول أجسامها للاحتفاظ بالماء وكذلك الثدييات الصحراوية من القوارض والغزلان التى تكيفت للحياة فى تلك البيئة القاسية فمعظمها ينشط بالليل أو فى الصباح الباكر وتختبئ بالنهار فى حفر أو كهوف رطبة . كما يتركز بولها ويشح عرقها جدا للاقتصاد فى الماء حيث إن بعضها لا يقرب الماء طيلة حياته مثل اليرابيع التى تستخلص الماء من البذور والنباتات العصارية التى تتغذى عليها.

الغزال المصرى

اليربوع

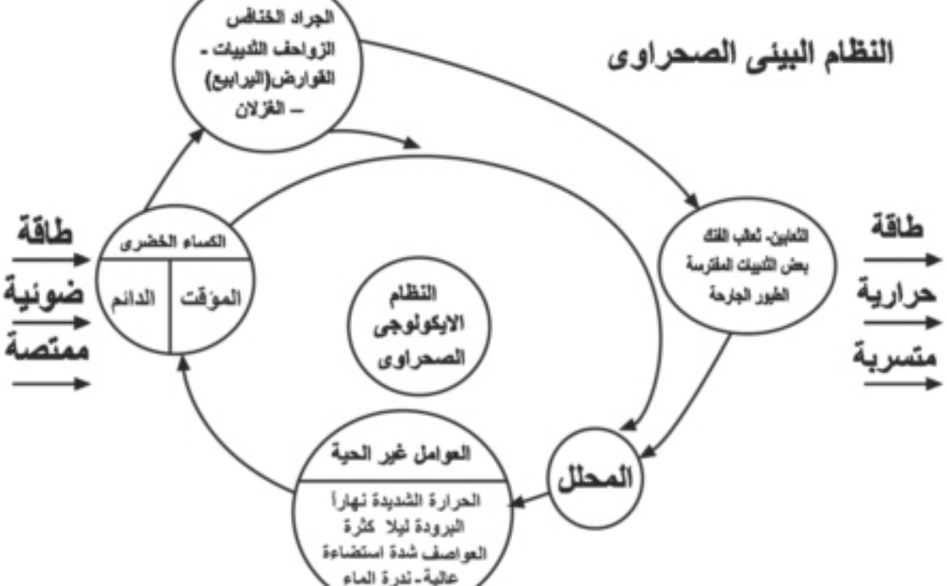
(ب) آكلات لحوم : تتغذى على اليرابيع بعض الثعابين وثعالب الفنك وغيرها من الحيوانات والطيور الجارحة التى تعتمد على دم الفرائس كمصدر للماء فى بيئة الصحراء الجافة . وتكون أعداد الحيوانات المفترسة فى الصحراء قليلة للتوازن مع أعداد فرائسها غير المتوافرة فى تلك البيئة الفقيرة فى الإنتاج وتتسم تلك المفترسات وفرائسها أيضا بحس حاد فى السمع والشم والبصر من أجل التعايش فى هذه البيئة . فبعض هذه الحيوانات لها آذان

ثعلب الفنك

كبيرة كما فى ثعلب الفنك لتجميع الموجات الصوتية من مسافات بعيدة بالإضافة للمساهمة فى إشعاع الحرارة من الجسم.

وهكذا تصل حلقات السلسلة الغذائية فى النظام الصحراوى إلى ثلاث أو اربع حلقات تنتهى أيضاً بالكائنات المحللة التى تعيد للنظام عناصره لكى تدور بعد ذلك مرات ومرات . ولكن الطاقة تنساب وتتبدد كما ذكر فى النظام البحرى .

جانب من النظام الإيكولوجى الصحراوى



نموذج لكائنات ومكونات النظام الايكولوجى الصحراوى

أسئلة للمراجعة

١ - ارسم شكلا تخطيطيا يوضح أغلفة الأرض وعلاقتها بالغلاف الحيوى.

٢ - " من خصائص النظام البيئى المميزة تعدد المكونات " فسر هذه العبارة .

٣ - ارسم نموذج يوضح العلاقة بين مكونات النظام البيئى وكل من الطاقة والمادة.

٤ - حدد الدور الذى يلعبه الضوء فى حياة النباتات فى أى نظام بيئى.

٥ - كيف يؤثر الضوء فى توزيع ونشاط الحيوانات المختلفة وهجرتها الدورية ؟

٦ - صف كيفية استجابة الأحياء لدرجات الحرارة غير المناسبة.

٧ - اكتب نبذه عن كل ما يأتى :

تشابك العلاقات فى النظام البيئى - الاستقرار مع القابلية للتغيير - استخدام الفضلات

٨ - فسر كلا مما يأتى :

(أ)تنعم المناطق الساحلية بالاستقرار الحرارى عن المناطق القارية.

(ب) تتفاوت درجة ملوحة البحر تبعاً لظروف المناخ حوله.

(ج) تعد وفرة المغذيات فى أى منطقة بحرية مؤشراً على وفرة الأسماك فيها.

(د) الهائمات البحرية تحتل حلقتين فى سلسلة الغذاء البحرية.

٩ - علل لكل مما يأتى :

(أ) يتم إهدار نسبة كبيرة من الطاقة فى سلاسل الغذاء البحرية.

(ب) يتعذر على الإنسان الهبوط إلى المياه العميقة بدون جهاز الغطس.

(ج) تنتشر الهائمات البحرية فى طبقات المياه العليا فقط.

(د) للبيئة الصحراوية كائنات حية مميزة.

(هـ) بعض الحيوانات الصحراوية لا تقرب الماء طول حياتها.

الباب الثانى

استنزاف الموارد البيئية

أهداف الباب الثانى :

بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب ينبغى أن يكون الطالب قادراً على :

- يقارن بين الموارد المتجددة والموارد غير المتجددة.
- يوضح جوانب استنزاف الموارد البيئية .
- يفسر أسباب استنزاف التربة الزراعية .
- يبين أثر الزراعة وحيدة المحصول على التربة الزراعية .
- يقارن بين تأثير كل من الأسمدة العضوية والأسمدة الكيميائية على التربة الزراعية.
- يوضح تأثير المبيدات المختلفة على الكائنات التى تعيش فى التربة .
- يفسر تدهور المراعى الطبيعية ونتائجه .
- يفسر تدهور الغابات الطبيعية ونتائجه .
- يقترح حلول مناسبة لمشكلة تناقص الماء العذب .
- يبين أثر الصيد الجائر على البيئة .
- يقترح حلول مناسبة لمشكلة استنزاف المعادن .
- يوضح مفهوم الوقود الحفرى كمورد غير متجدد .
- يقترح حلول مناسبة لمشكلة استنزاف الوقود الحفرى .
- يوضح مفهوم تجريف التربة وأضراره .
- يذكر الطرق المناسبة لعلاج مشكلة الزحف العمرانى .

استنزاف الموارد البيئية

لعلك تذكر من دراستك السابقة أن **المورد البيئى** هو كل ما يوجد فى البيئة الطبيعية من مكونات لا دخل للإنسان فى وجودها أو تكوينها ولكنه يعتمد عليها فى شئون حياته من مأكل ومسكن وملبس والموارد البيئية أنواع متعددة.

منها **الموارد المتجددة** وهى الموارد التى تظل متوافرة فى البيئة الطبيعية لقدراتها على الإستمرار والتجديد ما لم يتسبب الانسان فى إنقراضها من البيئة أو استنزافها وتدهورها، مثال النبات والحيوان والماء والهواء والتربة.

والموارد غير المتجددة وهى موارد مؤقتة تختفى من البيئة إن عاجلا أو آجلا ويتوقف ذلك على حسن تعامل الإنسان معها أو سوء استغلاله لها، مثال البترول والفحم والغاز الطبيعى والمعادن سواء الفلزات أواللافلزات.

أصبح استنزاف الموارد وإهدار مقومات البيئة مشكلة ملحة ينبغى التصدى لها لوقفها والعمل على علاج آثارها ، وجوانب الاستنزاف والإهدار متعددة كسوء استخدام الموارد ، والتجريف والزحف العمرانى على الأراضى الزراعية وأثر ذلك على تناقص الموارد وانقراض الأنواع الحية ونتناول بالدراسة فيما يلى أهم هذه الجوانب .

مشكلة استنزاف الموارد الطبيعية :

التفاعل بين الإنسان والبيئة قديم قدم ظهور الجنس البشرى على كوكب الأرض ، والبيئة منذ أن استوطنها الإنسان تلبى مطالبه وتشبع الكثير من رغباته واحتياجاته ، وكان من نتائج السعى إلى إشباع مختلف الحاجات البشرية مع الزيادة السريعة فى السكان أن تزايدت الضغوط على البيئة باستنزاف مواردها . وقد تنبه العلماء إلى الآثار الضارة وسوء استخدام مصادر البيئة فأوصوا بضرورة الاقتصاد فى استهلاكها . والواقع أن الإنسان قد أسرف فى استغلال موارد البيئة حتى أوشك الكثير منها على النضوب ، وبدأ الإنسان يعانى من الآثار المباشرة لسوء استخدام الموارد الطبيعية ، ونذكر فيما يلى الأمثلة على ذلك وآثارها عليه وعلى البيئة :

أولا - استنزاف الموارد المتجددة الطبيعية

أ) استنزاف التربة الزراعية :

تكونت التربة الزراعية بوادى النيل خلال ملايين السنين بفعل النهر الخالد وما يجلبه من طمى من جبال الحبشة ، وقد كان المصريون القدماء من أوائل الشعوب التى تعلمت الزراعة وكانت الأرض حينذاك تزرع عقب فيضان النيل ، لمرة واحدة فى العام ، ونحن اليوم نرتكب العديد من الأخطاء التى تسبب استنزاف التربة الزراعية مثل.

١- تعميم الزراعات وحيدة المحصول :

لقد تعلم الإنسان من واقع خبرته ألا يزرع نفس النوع لعامين متتاليين فى نفس الحقل بل عليه أن ينوع ما يزرع . . ومن أكبر هذه الأخطاء تعميم الزراعات وحيدة المحصول التى تهدف إلى زراعة محصول واحد على التربة نفسها ويتكرر ذلك لسنوات متتالية ، وبالرغم من الحصول على بعض الفوائد الاقتصادية - إلا أنها فوائد مؤقتة، إذ أن هذا الأسلوب يتسبب فى إنهاك التربة وافتقارها إلى بعض العناصر الغذائية الضرورية للنبات.

٢- استخدام الأسمدة الكيميائية :

كثير من المزارعين اليوم يستخدمون الأسمدة الكيميائية بدلا من الأسمدة العضوية حتى أن الثانية قد انعدمت تماماً فى المزارع الكبيرة التى تعتمد على الزراعات الوحيدة المحصول ، ولما كان للأسمدة العضوية دورا رئيسا فى البيئة الطبيعية من حيث أنها تنشط عمل الكائنات الحية الموجودة بالتربة وتدخل فى سلاسل الغذاء فتكسب التربة خصائص طبيعية مرغوبة . وقد أدى استخدام الأسمدة الكيميائية المصنعة إلى تدهور التربة وجعلها أكثر تعرضاً للانجراف .

٣- الإفراط فى استخدام المبيدات الحشرية والفطرية :

أدى الإفراط فى استخدام هذه المبيدات إلى: القضاء على حشرات نافعة كانت تتغذى على أخرى ضارة مما جعل الأخيرة تتحول إلى آفات زراعية، سقوط المبيدات على التربة سبب تلوثها وموت ديدان الأرض التى كانت تعمل على تهوية التربة وتوفير النتيروجين

فتقوم البكتريا العقدية بتثبيته وبذلك فقدت البكتريا العقدية ميزاتها الشكلية والوظيفية.

٤- تجريف التربة الزراعية :

تعرضت التربة الزراعية فى مصر إلى عملية تخريب واسعة بهدف الكسب السريع نتج عنه تجريف وتدمير للأراضى الزراعية ، ويقصد بالتجريف إزالة الطبقة العليا من سطح التربه لاستخدامها فى صناعة الطوب ، والتجريف يقضى على التربة التى تكونت خلال ملايين السنين فتصبح غير صالحة للزراعة فى الوقت التى تكرس فيه الدولة الجهود لزيادة الرقعة الزراعية . ولما كانت مساحة الأرض المزروعة فى مصر لاتفى بحاجات السكان من المحاصيل المختلفة فإن عملية التجريف تأخذ بعداً خطيراً ، فإذا أضفنا إلى ذلك بناء السد العالى وقد حجب ترسيب الطمى على التربة فى الوادى، كما كان يحدث كل عام أثناء الفيضان ، فإننا نلمس دون شك أثر هذا السلوك الخاطئ للإنسان نحو البيئة.

٥- الزحف العمرانى :

تزايد سكان مصر منذ بداية هذا القرن زيادة كبيرة ، حتى أصبح معدل النمو السكانى يفوق المليون وربع سنويا ، وبزيادة عدد السكان زادت الحاجة إلى المأكل والملبس والمسكن وكذلك إلى الخدمات كبناء المدارس والمستشفيات وغيرها . وعملاً على توفير الغذاء قامت الدولة بمشروعات الإصلاح الزراعى غير أن السكان زحفوا على الأرض الخضراء الخصبة لبناء المساكن وإقامة المشاريع. فما يتم استصلاحه من الأراضى يضيع فى مقابله مساحات من الأراضى الخصبة وفيرة الإنتاج على امتداد الوادى والدلتا ، وبذلك اتسع زمام المدن على حساب المساحات القابلة للزراعة حولها. ويمكن القول إن مساحة الأراضى الزراعية التى أضافها السد العالى قد أهدر الإنسان المصرى فى مقابلها أراضى خصبة كانت تنتج أضعاف ما تنتجه الأراض المستصلحة ، ورغم ما تتكلفه عمليات الإصلاح من نفقات ، فقد تسبب هذا الزحف العمرانى على الأراضى الزراعية فى ضياع حوالى ٣٠,٠٠٠ فدان سنوياً من الرقعة الزراعية .

علاج مشكلة استنزاف التربة الزراعية :

١) عدم زراعة محصول واحد لسنوات متتالية وإتباع نظام الدورات الزراعية.

٢) تنظيم استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية.

٣) تحويل المخلفات الزراعية إلى سماد عضوى.

٤) تحويل المواد العضوية فى القمامة إلى سماد عضوى.

٥) صناعة الطوب من الطفلة والأسمنت والرمل وغيرها من المواد بدلاً من الطمى.

٦) إنشاء المدن الجديدة فى الأراضى الصحراوية غير المزروعة ،وإقامة المشروعات الصناعية بها.

٧) توفير المرافق والمساكن والمدارس ومختلف الخدمات بالمدن الجديدة.

٨) استخدام الألياف الصناعية بدلاً من القطن لتوفير الأراضى لزراعة بالحبوب.

٩) إصدار القوانين التى تحرم تجريف التربة.

١٠) أصدرت الدولة التشريعات التى تحرم البناء على الأراضى الزراعية.

ب) الإسراف فى قطع الأشجار :

تؤدى الأشجار خدمات عديدة للبيئة التى توجد بها فهى :

فى المناطق الصناعية تعمل كمصفاة طبيعية لثانى أكسيد الكربون كما تمدنا بالأكسجين.

فى المناطق الزراعية تقوم بالإضافة إلى ما سبق بالعمل كمصدات للرياح والسيول لحماية المزروعات كما توفر الظل والخشب.

فى الغابات تؤدى الأشجار خدمات أخرى مهمة للبيئة فهى تفقد أوراقها دورياً ، وهذه الأوراق المتساقطة تتحلل مكونة "دبال" يغذى التربة ويحافظ على خصوبتها وهى تؤمن درجة حرارة ثابتة تقريبا للحيوانات البرية التى تجد داخل الغابة ملجأ ومكاناً مناسباً لحياتها. والغابات موارد متجددة يقطع الإنسان الكثير من أشجارها للحصول على الأخشاب والسليلوز اللازمين لصناعة الورق والملابس .

وقد أدى القطع الجائر للأشجار وتدهور الغابات فى الشرق الأوسط وفى شمال أفريقيا إلى تدهور بيئة هذه المناطق وتوجهها نحو الجفاف، حيث يلاحظ أثر الجفاف بصورة أكثر وضوحا على النبات الطبيعى والمحاصيل الزراعية وعلى حياة الإنسان .

الآثار السلبية التى تنعكس على الإنسان نتيجة للقطع الجائر لأشجار الغابات تتناول عدة جوانب نذكر منها ما يلى:

(أ) نقص كمية المواد الأولية اللازمة لكثير من الصناعات مثل الأخشاب والألياف الصناعية والورق.

(ب) تشرد الحيوانات التى تستوطن الغابات مما قد يؤدى لإنقراضها.

(جـ) تدهور التربة والنبات الطبيعى لتعرضهم لعوامل الجفاف .

(د) تعرض المناطق المحيطة بالغابات المستنزفة لأخطار الرياح والسيول.

(هـ) إرتفاع درجة الحرارة نتيجة زيادة ثانى أكسيد الكربون.

(و) القضاء على النظام الإيكولوجى.

ولكن هل معنى هذا ألا ننتفع بأشجار الغابة ونقطعها؟ من المفروض أن ننتفع بالغابة، ولكن دون إهدار .

علاج القطع الجائر للأشجار

١- قطع الأشجار بقدر ما فى مساحة معينة ثم نزرع أشجار جديدة مكانها ، وبذلك نحافظ على الغابة كنظام بيئى لأنه من أكثر النظم البيئية استقراراً.

٢- التوسع فى زراعة أشجار حول المدن إقامة حزام أخضر لكل مدينة.

٣- استخدام المخلفات الزراعية والصناعية بديلا للأخشاب المستخرجة من الأشجار.

جـ) الرعى الجائر :

توفر المراعى الطبيعية الغذاء لقطعان الماشية التى يربيها الإنسان ويعتمد عليها كثروة حيوانية تمده بالغذاء البروتينى . وعندما يكون معدل نمو الحشائش أقل من معدل استهلاك الحيوانات لهذه الحشائش يكون الرعى جائراً ويؤدى الرعى الجائر إلى :

• زوال نباتات صالحة للرعى وبقاء نباتات أخرى تجد الفرصة أمامها للنمو والانتشار.

• تدهور النبات الطبيعى الذى يرافقه دائماً تدهور التربة والمناخ المحلي.

• ظهور عوامل التعرية وتعرض التربة للانجراف الشديد بفعل مياه الأمطار والرياح.

• تصبح التربة أرض قاحلة جافة عاجزة عن امتصاص مياه الأمطار وبخاصة على المنحدرات.

• انتشار ظاهرة الزحف الصحراوى كما حدث فى منطقة الساحل الشمالى فى عصر الرومان.

الرعى فى مناطق الأعشاب يؤدى إلى تآكل الغطاء النباتى وسيادة الأنواع غير المستساغة أو التى تكمل دورة حياتها فى فترة وجيزة ، فلا تتمكن الحيوانات من القضاء عليها.

ويكون الرعى منظماً عندما يكون معدل نمو الحشائش أكثر من معدل استهلاك الحيوانات لهذه الحشائش و يفيد الرعى المنظم فى خفض نسبة النتح والبخر بإزالة أجزاء من المجموع الخضرى.

أما الرعى فى مناطق الشجيرات والأشجار فيسبب زيادة فى أعداد وأحجام تلك الشجيرات نتيجة ازالة الأعشاب التى تنافسها على الماء.

ومن الأمثلة على تدهور المراعى الطبيعية:

• مراعى الساحل الشمالى المطل على البحر المتوسط التى كانت تستخدم فى رعى الأغنام فى الماضى ولكنها تدهورت وأجدبت اليوم نتيجة للرعى الجائر والزيادة السكانية

• البادية السعودية التى تحولت نتيجة للرعى الجائر ، خلال عدة قرون من منطقة مغطاة بالنبات الطبيعى القادر على تجديد نفسه باستمرار إلى منطقة متدهورة ، وبذلك خسرت البلاد مساحة كبيرة من المراعى .

علاج الرعى الجائر

١) إنشاء مزارع الأسماك والقشريات لتوفير البروتين.

٢) تحويل المخلفات الزراعية إلى علف.

٣) تحويل بعض النواتج الثانوية من بعض الصناعات إلى صناعة العلف.

د) الصيد الجائر للحيوانات البرية والبحرية :

نسمع أحيانا أن بحيرة أو نهرا أصبح خالياً من الأسماك أو أن نوعاً من الأسماك قد اختفى من البحر ، فقد اختفى ٤٥ نوعاً من الطيور كما انقرض ٤٠ نوعاً من الثدييات فى القرنين التاسع عشر والعشرين نتيجة لملاحقتها بالشباك والأسلحة المتقدمة. وإنقراض الحيوان يكون نتيجة قتل أو صيد مجموعة منه إلى الحد الذى تصبح فيه أعدادها قليلة جدا غير قادرة على استمرار التكاثر وهو ما يعرف بالصيد الجائر.

وترجع أسباب القتل والصيد الجائر للحيوانات فى البر والبحر أساساً إلى أهمية هذه الحيوانات كمصدر للغذاء يضاف إلى ذلك أسباب أخرى كما فى حالة الحيوانات البرية لتوفير الكساء والتى تناقصت أعدادها الى الحد الذى يهدد بانقراضها كما فى حالة حيوانات الفراء (المنك مثلا) وكما فعل المستوطنون الأوائل فى أمريكا عندما قتلوا الملايين من قطعان الجاموس الأمريكى (البيسون).

علاج الصيد الجائر :

١) إنشاء المحميات الطبيعية للمحافظة على الأنواع النادرة المهددة بالإنقراض.

٢) إنشاء مزارع الأسماك والقشريات لتوفير البروتين.

٣) إصدار قوانين تجرم الصيد لأنواع ومواسم محددة وفى عمر محدد حتى تتكاثر هذه الأنواع.

٤) رفع الوعى بأهمية الأحياء وذلك لحمايتها والمشاركة فى كافة الاتفاقيات الدولية.

١) ترشيد قطع الأشجار وترشيد الصيد فى البر والبحر.

هـ) إهدار الماء وتلوثه:

يشكل الماء العذب ١٪ من المياة على الأرض ، حيث تشكل مياه البحار والمحيطات ٩٧٪ والثلوج القطبية والثلاجات ٢٪ ، ومعنى هذا أن الماء العذب يمثل نسبة محدودة للغاية ، وهى التى تقوم عليها حياة جميع الكائنات الحية فى النظم الإيكولوجية . ونعتمد فى مصر على الماء الذى يوفره لنا نهر النيل ، كما تعتمد عليه دول أفريقية أخرى ، ومن ثم فقد عقدت الاتفاقيات التى تسمح لكل دولة بأخذ نصيبها من ماء النهر.

وبالرغم من ذلك فإننا نسرف فى استخدام الماء عن طريق الرى بالغمر والاستخدام الآدمى غير الرشيد، وخاصاً نهر النيل هذا الشريان الحيوى الذى يتعرض أيضاً للعديد من الملوثات المختلفة نتيجة إلقاء مياه الصرف الصحى والمخلفات الزراعية والصناعية السائلة والمنظفات الصناعية دون معالجة. فإذا أضفنا إلى كل ذلك الزيادة المستمرة فى أعداد المستهلكين للماء نتيجة للنمو السكانى

تعتبر الموارد المائية فى مصر من أهم عناصر المنظومة البيئية ونظراً لمحدودية الموارد المائية فكان لزاماً المحافظة عليها من الاهدار والتلوث بجميع صوره وتقوم الدولة بوضع القوانين لحماية النيل من التلوث مع توعية جميع أفراد الشعب لأهمية المحافظة على نهر النيل.

علاج إهدار الماء وتلوثه

١) ترشيد الاستهلاك عن طريق الرى بالرش أو بالتنقيط و نستخدم ما نوفره من ماء النهر فى زراعة مساحات جديدة.

٢) تجنب الرى بالغمر وإستخدام الرى أو بالتنقيط لتوفير الماء.

٣) عدم إهدار الماء فى الإستخدام الشخصى واستخدام صنابير تعمل بالأشعة تحت الحمراء لتوفير الماء.

٤) معالجة الماء المستعمل فى المنازل لإستخدامه فى رى الأشجار الخشبية.

٥) البحث عن المياه الجوفية الصالحة للرى والإستخدام الشخصى وتحلية مياه البحر وتجميع مياه الأمطار.

جهود الدولة لمكافحة تلوث نهر النيل

١) تحديد نسبة الملوثات المسموح صرفها على نهر النيل.

٢) اختيار المبيدات والأسمدة التى لا تلوث المجارى المائية.

٣) إلزام المصانع بمعالجة مياه الصرف الصناعى قبل صرفها فى النيل.

٤) التفتيش المستمر على المجارى المائية وإزالة أسباب التلوث.

ثانيا استنزاف الموارد غير المتجددة الطبيعية :

أ) استنزاف المعادن:

المعادن موارد غير متجددة يستثمرها الإنسان فى شتى نشاطات حياته ، ونحن جميعا نعرف استخدام الحديد والنحاس والألومنيوم والقصدير والذهب والبلاتين وغيرها مما تحويه القشرة الأرضية من كنوز معدنية . ولكن مع زيادة السكان وتقدم الهائل فى التكنولوجيا أصبح نصيب الفرد من المعادن (سيارات ، آلات ، أدوات ، منشآت ، نقود معدنية ......ألخ) يزداد بسرعة هائلة تكاد تبلغ ثلاثة أمثال سرعة ازدياد السكان ،ولعل الدعوة لايجاد بدائل للمعادن لها ما يبررها بعد أن أكدت الدراسات أن كميات المعادن المتبقية فى الأرض تتراجع بسرعة . ويوصى العلماء بإعادة استخدام المعادن ،وذلك عن طريق صهر المصنوعات المعدنية التى أصبحت غير صالحة للاستعمال ثم إعادة تشكيلها .

علاج استنزاف المعادن

١) إستخدام اللدائن (البلاستيك) فى صناعة المواسير بدل المعادن الغير متجددة.

٢) إستخدام الطمى والفلسبار فى صناعة الفخار والسيراميك (أوانى الطهي) بدل المعادن الغير متجددة.

٣) إعادة إستخدام بطاريات السيارات بعد معالجتها.

٤) إعادة معالجة وتشكيل المصنوعات البلاستيك والمصنوعات الزجاجية وإستخدامها.

٥) إعادة صهر وتشكيل وإستخدام المعادن الخردة الغير صالحة للاستعمال.

ب) استنزاف الوقودالحفرى :

الفحم والبترول والغاز الطبيعى مواردغيرمتجددة ، توجد فى البيئة بكميات محدودة قد تم تكوينهم فى باطن الأرض منذ ملايين السنين ،ومعنى هذا أن ما يستهلك منها لايمكن تعويضه. وقد كان الفحم صاحب الصدارة فى القرن الماضى ، باعتباره الوقود المستخدم فى الصناعة بعد اختراع الآلة البخارية ، ثم حل محله البترول والغاز

الطبيعى وتزايد استخدامهما يوماً بعد يوم لعدة أسباب:

١) ذلك لقيمتهما الحرارية الأعلى من الفحم.

٢) طبيعة البترول السائلة والغاز الطبيعى الغازية التى ميزتهما عن الفحم من حيث سهولة النقل والتخزين وتموين البواخر والقطارات والطائرات به.

٣) لأن تكاليف استخراج الفحم أكثر من تكاليف استخراج البترول والغاز الطبيعي.

٤) أصبح البترول والغاز الطبيعى عصب الحياة ، اليوم يستخدم البترول بكميات ضخمة يوميا فى آلات الاحتراق الداخلى كما يستخدم الغاز الطبيعى كوقود فى المنازل والمصانع.

٥) وليس البترول مصدر للطاقة فحسب ولكن نشأت فى السنوات الأخيرة العديد من الصناعات الكيميائية التى أساسها مكونات ومشتقات البترول يطلق عليها البتروكيماويات والتى دخلت فى صناعة معظم ما يحتاج اليه الإنسان فى حياته والتى أنتجت الألياف الصناعية والمنظفات ومواد الطلاء والأصباغ وأكياس التعبئة والأدوية وغيرها من الصناعات التى أصبحت من مستلزمات الحياة فى هذا العصر والتى لها عائد إقتصادى أكبر وأقل تلويثاً للبيئة من إستخدام البترول كوقود.

ويزداد استهلاك البترول والغاز الطبيعى عاماً بعد عام ، ويوضح أحد التقارير أن استهلاك الفرد للطاقة فى الدول المتقدمة يزداد بنسبة ٣٪ سنوياً ، وأن الدول النامية بدأت تأخذ بالتصنيع ،وقد خطى بعضها خطوات كبيرة فى هذا المجال ،ومن ثم يقدر أن الاستهلاك العالمى من الطاقة يتضاعف كل عشر سنوات.

ومن ثم وجب عدم استنزاف الفحم والبترول والغاز الطبيعى ، والإعداد علميا وتقنياً لليوم الذى يشح فيه البترول قبل أن ينضب تماماً الأمر الذى سوف يسبب للإنسان الكثير من الضرر، ولما كان الأمر كذلك فقد لجأ العلماء إلى الحصول على الطاقة من مساقط المياة وطاقة الرياح وطاقة المد وغيرها . ولهذا تبذل الجهود نحو الاستفادة بهما.

علاج استنزاف الوقودالحفرى

١) ترشيد استهلاك البترول والبحث عن بديل.

٢) إستخدام طاقة الشمس والرياح وهما أنسب مصادر الطاقة التى يمكن الانتفاع بها فى مصر لتوافرهما طوال العام بدل البترول والغاز الطبيعى لأنهما موارد غير متجددة.

٣) إستخدام الفحم بدل البترول لتوفره أكثر مع حل مشكلة التلوث.

٤) اقامة المفاعلات لتوليد الطاقة من الوقود النووى باستخدام اليورانيوم بدل البترول غير أن استخدامها مازال محدوداً بسبب التكاليف الكبيرة واحتياطات الآمان الكثيرة الواجب اتخاذها لحماية الإنسان والبيئة من خطورته.

٥) صناعة سيارات تعمل بالكهرباء بإستخدام الخلايا الشمسية لأنها توفر الوقود من البترول ولا تلوث البيئة.

٦) تحويل مخلفات الحيوان والمخلفات الزراعية إلى غاز الميثان (البيوجاز) يستخدم كوقود .

٧) إعادة إستخدام زيوت السيارات بعد معالجتها.

أسئلة المراجعة

١- ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة فى كل مما يأتى:

٢- الاستنزاف هو:

(أ) إنقاص الموارد الطبيعية غير المتجددة باستمرار.

(ب) استخدام الموارد الطبيعية بين آن وأخر.

(جـ) استخراج المعادن والعمل على تصنيعها .

(د) استغلال الغابات وقطع أشجارها لتصنيعها.

٣- للمحافظة على نسب العناصر المعدنية بالتربة ينبغى:

(أ) حرث الأرض وريها باستمرار.

(ب) استخدام المبيدات الحشرية.

(جـ) الابتعاد عن زراعة نوع واحد من المحاصيل.

(د) أ، ب معا.

٤- لو كنت مسئولا عن استهلاك البترول سوف تعمل على:

(أ) المزيد من استخدامه لتحقيق أرباح سريعة.

(ب) عدم استخراجه بكميات كبيرة وتصديره للخارج.

(جـ) استخراجه بكميات كبيرة وتصديره للخارج.

(د) استخراجه مع ترشيد استهلاكه لإطالة فترة الانتفاع.

٥- ناقش العبارات التالية موضحا وجه نظرك فى كل منها :

(أ) "يرى البعض تحويل الغابات إلى أراضى زراعية لسد حاجة السكان المتزايدة إلى الطعام"

(ب) "خير طريقة لجعل المواطن يقلل من استهلاكه للماء هى رفع أسعار المياه".

(جـ) يفضل البعض استخدام سخانات تعمل بطاقة الشمس بدلا من السخانات التى تعمل بغاز الميثان (البيوجاز)"

(د) يرى البعض إيقاف استخدام البترول كوقود، وقصر استخدامه على إنتاج

البتروكيماويات"

٦- ما مدى صواب أو خطأ الأفعال التالية:

(أ) الزراعات وحيدة المحصول.

(ب) استخدام الأسمدة الكيميائية بدلا من الأسمدة العضوية

(جـ) قطع أشجار الغابة لزراعة الأرض.

٧- كيف يمكن معالجة مشكلة استنزاف الموارد الآتية:

(أ) استنزاف التربية الزراعية.

(ب) استنزاف الوقود الحفرى.

(جـ) استنزاف الماء العذب.

(د) استنزاف المعادن.

المواصفات الفنية:

مقاس الكتاب:	$\frac{١}{٨}$ (٥٧ × ٨٢) سم
طبع المتن:	٤ لون
طبع الغلاف:	٤ لون
ورق المتن:	٧٠ جم أبيض
ورق الغلاف:	١٨٠ جم كوشيه
عدد الصفحات بالغلاف:	١٣٢ صفحة

مطابع هاى ستاندرد